ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

УСТРОЙСТВА СВЧ.
ПОЛОСКОВЫЕ ЛИНИИ. МОДУЛИ

КОНСТРУИРОВАНИЕ

ОСТ4.070.012—79

Издание официальное

1979

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

УСТРОЙСТВА СВЧ. ПОЛОСКОВЫЕ ЛИНИИ МОДУЛИ

Конструирование

ОСТ4.070.012—78

Директивным письмом организации от 04.07. 1979 г. № 17-42/6/758 срок введения установлен с 1 июля 1980 г.

Настоящий стандарт распространяется на полосковые узлы и модули (в дальнейшем модули), применяемые в радиоэлектронной аппаратуре и аппаратуре средств связи.

Стандарт устанавливает основные нормы, требования и рекомендации по конструированию полосковых модулей.

Термины, применяемые в стандарте, приведены в справочном приложении 8, ГОСТ 21702—76.

1. ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.1. При конструировании полосковых модулей сверхвысокочастотные (СВЧ) элементы электрической схемы проектируются в виде полосковых пленочных сосредоточенных и (или) распределенных элементов на основании полосковой платы из различных материалов с использованием методов тонкопленочной и толстопленочной технологии.

СВЧ переходы, навесные элементы, кабели и низкочастотные (НЧ) выводы присоединяют к пленочному рисунку полосковой платы с помощью пайки, сварки, приклейки и другими способами. При необходимости модули герметизируют.

1.2. Конструирование устройств СВЧ с применением гибридных полосковых модулей обеспечивает уменьшение потребляемой мощности, объема аппаратуры и повышает ее надежность.

1.3. Технологичность конструкций полосковых модулей должна обеспечивать готовность внедрения модулей в серийное производство с использованием прогрессивных методов изготовления и ремонта аппаратуры при соблюдении заданных эксплуатационных требований.

1.4. Наименьшая сменная единица полоскового модуля может быть выполнена в виде сборочной единицы — ячейки.

1.5. Полосковые модули радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) должны обеспечивать требования соответствующих групп ГОСТ В 20.39.301—76; ГОСТ В 20.39.304—76; ГОСТ В 20.39.308—76; ГОСТ В 20.57.301—76; ГОСТ В 20.57.310—76 и технические требования на аппаратуру.

1.6. Конструирование корпуса полоскового модуля следует производить по ОСТ4.070.009.

1.7. Конструирование полосковых плат следует выполнять по ОСТ4 ГО.710.001.

1.8. Полосковые модули следует изготавливать в соответствии с ОСТ4 ГО.054.113 и ОСТ4 ГО.054.008.

1.9. Детали механических конструкций должны соответствовать требованиям ОСТ4 ГО.070.014.

1.10. Сборочные единицы полосковых модулей должны соответствовать ОСТ4 ГО.070.015.

1.11. В техническом задании на разработку полоскового модуля, при необходимости, должны быть указаны следующие исходные данные:

принципиальная электрическая схема;

тип полосковой линии в соответствии с ОСТ4.070.000;

тип конструкции, материал и вид покрытия корпуса;

ориентировочные габаритные размеры и масса полоскового модуля;

тип, габариты и присоединительные размеры СВЧ перехода, радиочастотного соединителя, ВЧ кабеля и низкочастотных выводов;

допустимые зазоры между полосковыми платами, полосковой платой и корпусом модуля;

условия эксплуатации, срок и условия хранения полоскового модуля;

способ установки и крепления модуля в аппаратуре;

данные по навесным элементам;

варианты установки навесных элементов на полосковую плату;

методы настройки электрических параметров;

дополнительные требования к электрическим параметрам элементов (добротность, высокая точность номинала и др.);

способ крепления полосковой платы к корпусу модуля;

метод герметизации.

Требования на разработку рисунка полосковых плат приведены в п. 6.1.

1.12. Конструирование полоскового модуля производится, исходя из технических требований, на основе анализа основных определяющих факторов:

надежность;

ремонтопригодность;

габаритные размеры;

масса;

тепловые режимы;

условия эксплуатации и др.

1.13. Как правило, полосковые модули рекомендуется проектировать прямоугольной формы. В

Издание официальное **ГР 8137143 от 13.08.79 г.**

технически обоснованных случаях форма модуля может отличаться от прямоугольной.

1.14. Габаритные размеры полосковых модулей должны соответствовать тактико-техническим требованиям на аппаратуру.

1.15. Рекомендуется применять однотипные навесные элементы, СВЧ переходы, ВЧ кабели, низкочастотные выводы, элементы электрических соединений и монтажа.

Навесные элементы, устанавливаемые в полосковые модули, должны иметь минимальные массу и габаритные размеры.

1.16. С целью повышения механической прочности конструкции полоскового модуля следует использовать крепление навесных элементов скобами, хомутами, заливкой компаундами, приклеиванием или прилакировкой корпуса, профилированием листового материала в виде отбортовок, зигов, вытяжек, ребер жесткости.

1.17. Поверхности элементов корпусов модулей, предназначенных для крепления полосковых плат методом приклейки, должны иметь неплоскостность 0,03 мм для участков с размерами 50×100 мм и 0,05 мм для больших участков.

1.18. Установка и крепление полосковых плат должны соответствовать типу полосковых линий.

1.19. Рекомендуется выбирать минимальную величину расстояний (зазоров) между полосковыми платами, а также между торцами полосковых плат и элементами корпуса в месте, где установлены СВЧ переходы, влияющие на параметры полоскового рисунка.

Величина зазоров зависит от:

рабочей частоты f устройства;

требуемого коэффициента стоячей волны по напряжению $K_{ст}U$;

диэлектрической проницаемости ε материала основания полосковой платы.

1.20. Конструкция полоскового модуля должна обеспечивать доступ к навесным элементам и узлам в процессе изготовления и настройки модуля.

1.21. Выбор метода крепления СВЧ переходов и низкочастотных выводов к элементам корпуса и полосковым платам выполняется в соответствии с требованиями технического задания на модуль.

1.22. Полосковые модули могут быть выполнены в негерметичном и герметичном исполнении.

1.23. Полосковые модули, при необходимости, следует экранировать с целью устранения внешних наводок и собственного излучения.

1.24. Для повышения прочности и жесткости модулей допускается, при необходимости, заполнение нерабочего объема модуля термореактивным пенопластом ПЭН-И ТУ6-05-5088—76 и другими материалами.

1.25. Детекторные головки, нагрузки, резонаторы и другие элементы, не являющиеся законченными изделиями, рекомендуется подсоединять непосредственно к полосковому проводнику.

1.26. При разработке конструкции модуля, предназначенного для работы в широком интервале температур следует учитывать различие коэффициентов линейного расширения сочетающихся материалов.

1.27. В случае необходимости выполнения требований по защите модулей от вибрации и ударов, оговоренных в технических требованиях на аппаратуру, рекомендуется применять стандартные амортизаторы. Тип амортизаторов выбирается с учетом климатических и механических требований, условий работы и требований к степени виброизоляции аппаратуры.

В технически обоснованных случаях допускается применение других средств виброизоляции.

1.28. Допуски на межцентровые расстояния следует назначать, исходя из условий обеспечения стыковки элементов конструкций при сборке и обеспечения необходимых гарантированных зазоров.

1.29. После сборки и настройки полосковые модули, при необходимости, покрываются защитными материалами и покрытиями.

Выбор покрытия производится в соответствии с ОСТ4 ГО.014.002 и с требованиями технического задания на полосковый модуль.

СВЧ переходы, высокочастотные кабели, элементы низкочастотных выводов должны быть защищены от покрытия.

Лакокрасочные покрытия приведены в рекомендуемом приложении 3 (табл. 1).

1.30. При конструировании полосковых модулей применяются припои, приведенные в рекомендуемом приложении 3 (табл. 2).

1.31. Способы крепления модулей в аппаратуре настоящим стандартом не регламентируются, а определяются в каждом конкретном случае, исходя из заданных требований к устройству.

1.32. Выбор способа и элементов заземляющих устройств для полосковых модулей следует производить в соответствии с требованиями ОСТ4 ГО.209.001, ОСТ4 ГО.483.001 и ОСТ4 ГО.773.000.

Элементы заземления должны быть расположены в легко доступных местах.

1.33. При применении экранированного кабеля необходимо обеспечивать надежное контактирование экранирующей оплетки с корпусом полоскового модуля.

Использование для заземления крепежных деталей, не предназначенных для этой цели, не допускается.

1.34. Электромонтаж полоскового модуля рекомендуется осуществлять с учетом требований НО.010.001.

1.35. Переход от внутреннего коаксиального проводника к полосковому проводнику может быть плавным в зависимости от требований к коэффициенту стоячей волны ($K_{ст}U$).

1.36. С целью повышения надежности и уменьшения габаритных размеров в состав модулей могут быть введены функциональные группы и элементы, работающие в низкочастотном диапазоне.

1.37. С целью отвода тепла от полосковых модулей и их элементов могут быть использованы радиаторы по ОСТ4 ГО.865.000, термопаста КПТ-8 по ГОСТ 19783—74.

1.38. Теплоотводящие поверхности полосковых модулей рекомендуется покрывать гальваническими или лакокрасочными покрытиями, со степенью черноты не менее 0,9.

1.39. При проектировании полосковых модулей могут быть применены системы машинного проектирования, приведенные в ОСТ4.070.009.

1.40. Полосковые модули могут быть выполнены в корпусном и бескорпусном конструктивных вариантах исполнений.

1.41. Полосковый модуль должен иметь маркировку. Полосковые модули рекомендуется маркировать маркировочными красками или гравировкой на корпусе с последующим втиранием эмали или краски.

Допускается маркировка при помощи планок с надписью.

Маркировочные краски приведены в рекомендуемом приложении 3 (табл. 1).

2. ПОРЯДОК ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОЛОСКОВОГО МОДУЛЯ

2.1. Рекомендуется следующий порядок проектирования:

составление необходимых технических требований на разработку конструкции полоскового модуля на основе исходных данных;

анализ электрической принципиальной схемы полоскового модуля с учетом возможностей получения пленочных элементов с заданными параметрами и точностью, стоимости и надежности полоскового модуля, конструкции и параметров навесных элементов, возможности заимствования деталей и сборочных единиц из ранее разработанных устройств;

разработка конструкции полоскового модуля;

оформление конструкторской документации на полосковый модуль;

изготовление образца;

контроль и проведение испытаний, предусмотренных техническими условиями на полосковый модуль;

корректировка конструкторской документации по результатам испытаний.

3. КЛАССИФИКАЦИЯ И ПОСТРОЕНИЕ РЯДОВ ТИПОРАЗМЕРОВ ПОЛОСКОВЫХ МОДУЛЕЙ

3.1. Классификация модулей симметричных полосковых линий (СПЛ) и несимметричных полосковых линий (НПЛ) приведена в табл. 1.

3.2. Компоновка входящих в модуль полосковых плат, как правило, должна обеспечивать получение прямоугольного контура модуля.

3.3. Полосковые модули могут быть выполнены как на одной полосковой плате, так и на нескольких полосковых платах.

3.4. В зависимости от компоновки полосковых плат рекомендуются основные методы построения типоразмеров модулей.

3.4.1. Типоразмеры полосковых модулей, образуемые на основе стандартного ряда типоразмеров полосковых плат по ОСТ4 ГО.710.001, приведены в черт. 1.

3.4.2. Типоразмеры полосковых модулей, образуемые в ярусном расположении полосковых плат, приведены на черт. 2.

3.4.3. Типоразмеры полосковых модулей, образуемые стыковкой полосковых плат с получением прямоугольного контура, приведены на черт. 3.

При расчете типоразмеров полосковых модулей (см. черт. 2 и 3) количество плат выбирается, исходя из конкретных требований к конструкции полоскового модуля.

3.4.4. На черт. 1, 2 и 3 корпус условно изображен пунктирной линией.

L, *a*, h — размеры полосковой платы, выбираемые по ОСТ4 ГО.710.001;

L, B, H — габаритные размеры полоскового модуля.

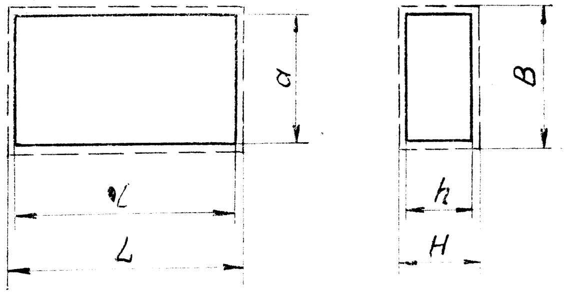
Таблица 1

Классификация и основные характеристики типов полосковых модулей

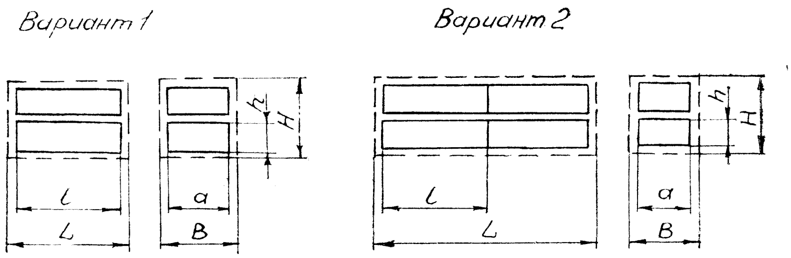
Тип модуля (герметичный, негерметичный)				Мощность, Вт			Рабочий диапазон температур, К (°С)		Основные данные корпуса				Метод крепления полосковой платы к корпусу	Метод герметизации
									Тип корпуса	Метод изготовления корпуса	Материал корпуса	Вид производства		
Гибридный интегральный полосковый модуль	Гибридный интегральный полосковый микромодуль	Интегральный полосковый модуль	СПЛ	Малой мощности	Средней мощности	Большой мощности	От 213 до 358 К (от минус 60° до плюс 85°С)	От 213 до 398К (от минус 60° до плюс 125°С)	Пластинчатый	Штамповка	Латунь, алюминиевый сплав	Мелкосерийное, серийное	Элементами крепления (винт, заклепка и т. д.)	Компаундом
										Литье	Латунь, алюминиевый сплав, компаунд			
										Прессование	Прессматериал: АГ-4, ДСВ			
										Фрезерование	Латунь, алюминиевый сплав	Единичное, опытное		

Продолжение табл. 1

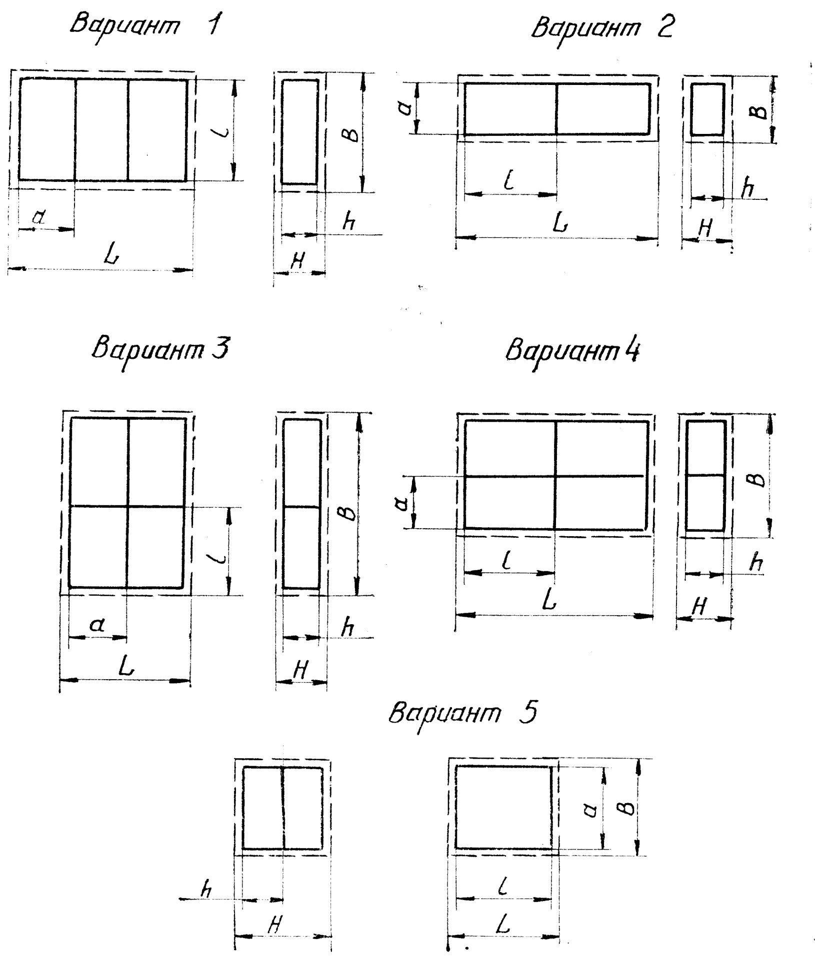
Тип модуля (герметичный, негерметичный)		Мощность, Вт	Рабочий диапазон температур, К(°С)	Основные данные корпуса: Тип корпуса	Метод изготовления корпуса	Материал корпуса	Вид производства	Метод крепления полосковой платы к корпусу	Метод герметизации
Гибридный интегральный полосковый модуль Гибридный интегральный полосковый микромодуль Интегральный полосковый модуль	СПЛ, НПЛ	Малой мощности Средней мощности Большой мощности	От 213 до 358 К (от минус 60° до плюс 85°С) От 213 до 398К (от минус 60° до плюс 125°С)	Коробчатый	Штамповка	Латунь, алюминиевый сплав, титановый сплав, ковар	Мелкосерийное, серийное	Пайкой, приклейкой, прижимами	Сваркой, пайкой
					Литье	Латунь, алюминиевый сплав, компаунд			Компаундом
					Прессование	Прессматериал: АГ-4, ДСВ			
					Фрезерование	Латунь, алюминиевый сплав, титановый сплав	Единичное, опытное		Пайкой
				Коробчатый Рамочный	Пайка твердым припоем	Латунь, алюминиевый сплав: АМц, АД00, В 95, 1915М	Мелкосерийное, серийное		
				Рамочный	Штамповка	Латунь, ковар, алюминиевый сплав, титановый сплав	Мелкосерийное, серийное		Сваркой
					Литье	Латунь, алюминиевый сплав	Мелкосерийное		Пайкой
					Прессование	Прессматериал: АГ-4, ДСВ, керамика			
					Фрезерование	Латунь, алюминиевый сплав, титановый сплав	Единичное, опытное		
	НПЛ			Пенальный	Пайка твердым припоем	Латунь, алюминиевый сплав: АМц, АД00, В 95, 1915М	Мелкосерийное, серийное		
					Штамповка	Алюминиевый сплав, титановый сплав, ковар, латунь			Сваркой
					Фрезерование	Латунь, алюминиевый сплав	Единичное, опытное		Пайкой
	СПЛ, НПЛ			Составной	Штамповка	Алюминиевый сплав, титановый сплав, ковар	Мелкосерийное		Сваркой, пайкой
					Фрезерование	Алюминиевый сплав, титановый сплав, ковар	Единичное, опытное		Пайкой



Черт. 1



Черт. 2



Черт. 3

3.5. Воздушно-полосковые модули могут выполняться как с диэлектрическими опорами, так и без них.

3.6. Рекомендуемые сочетания типоразмеров корпусов пенального и рамочного типов из стандартных прямоугольных труб и полосковых плат приведены в табл. 2, 3.

Таблица 2

мм

Типоразмеры корпусов пенального типа из стандартных прямоугольных труб с сечением	Типоразмеры полосковых плат
35×15×1,5	30×24×n
48×24×2,0	30×24×n
58×25×2,0	48×30×n
61×10×2,0	60×48×n
90×10×2,0	3×30×48×n
90×10×2,5	

n — как правило, числа следующего ряда 1; 1,5; 2; 3; 3,5; 4 и т. д.

Таблица 3

мм

Типоразмеры корпусов рамочного типа из стандартных прямоугольных труб с сечением	Типоразмеры полосковых плат
90×45×3	3×30×24
120×57×5	2×60×48

3.7. Условные обозначения полосковых модулей следует выбирать в соответствии с рекомендуемым приложением 2.

4. СИММЕТРИЧНЫЕ ПОЛОСКОВЫЕ ЛИНИИ. КОНСТРУИРОВАНИЕ ПОЛОСКОВЫХ МОДУЛЕЙ

4.1. Рекомендуются следующие варианты конструкций полосковых модулей:

конструкции полосковых модулей в корпусе пластинчатого типа с обкладками в кожухе приведены на черт. 4, 5;

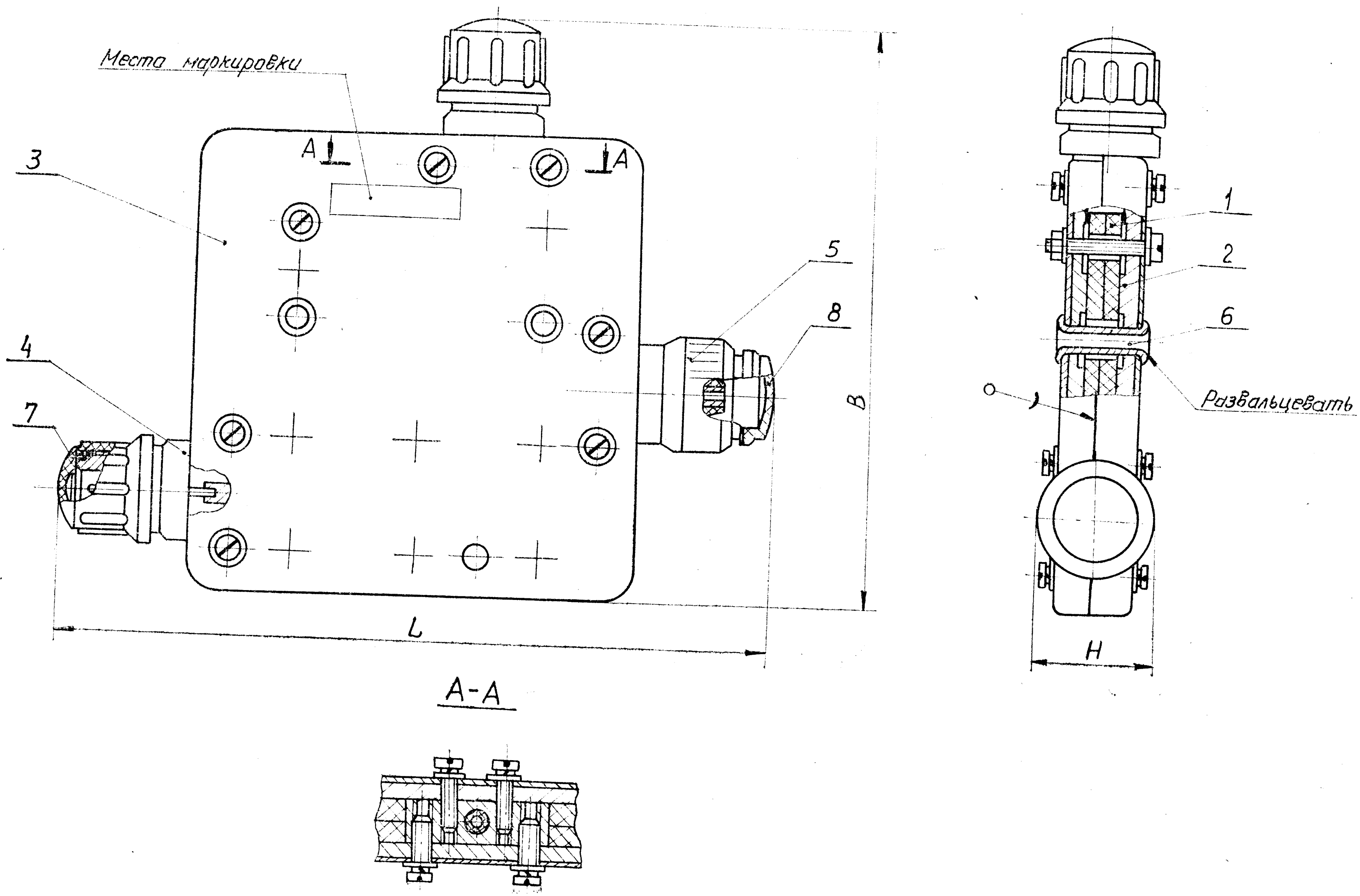
конструкция полоскового модуля в корпусе пластинчатого типа с обкладками и прокладками приведена на черт. 6;

конструкция полоскового модуля в корпусе, выполненном заливкой компаундом холодного отверждения, приведена на черт. 7;

конструкции полосковых модулей в корпусе пластинчатого типа с металлическими обкладками приведены на черт. 8, 9;

конструкции полоскового модуля в корпусе пластинчатого типа с диэлектрическими обкладками и боковыми пластинами приведены на черт. 10;

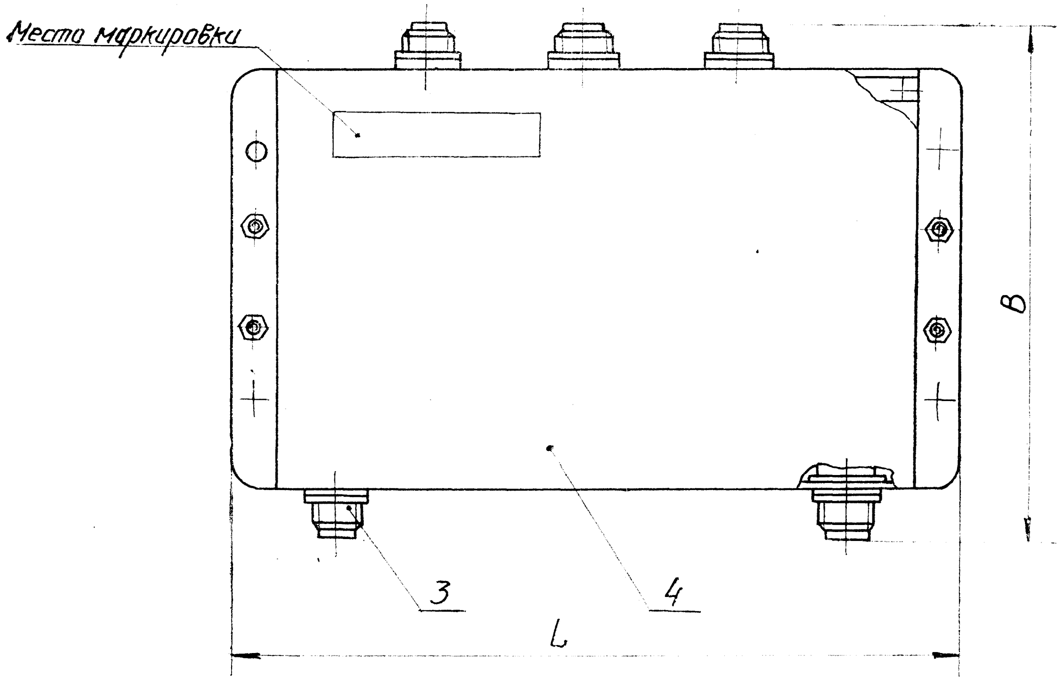
Вариант конструкции полоскового модуля в корпусе пластинчатого типа с обкладками в кожухе

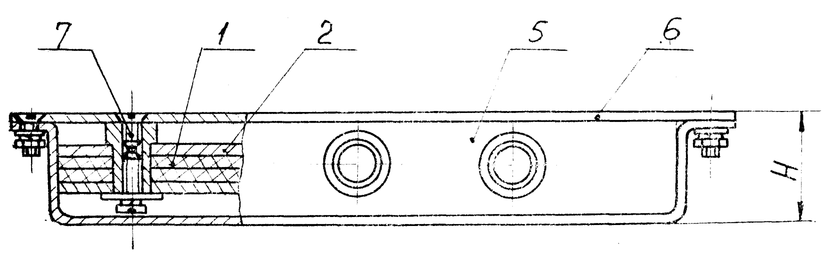


1 — плата полосковая; 2 — обкладка; 3 — кожух; 4, 5 — СВЧ переход; 6 — элемент крепления, 7, 8 — колпачок

Черт. 4

Вариант конструкции полоскового модуля в корпусе пластинчатого типа с обкладками в кожухе

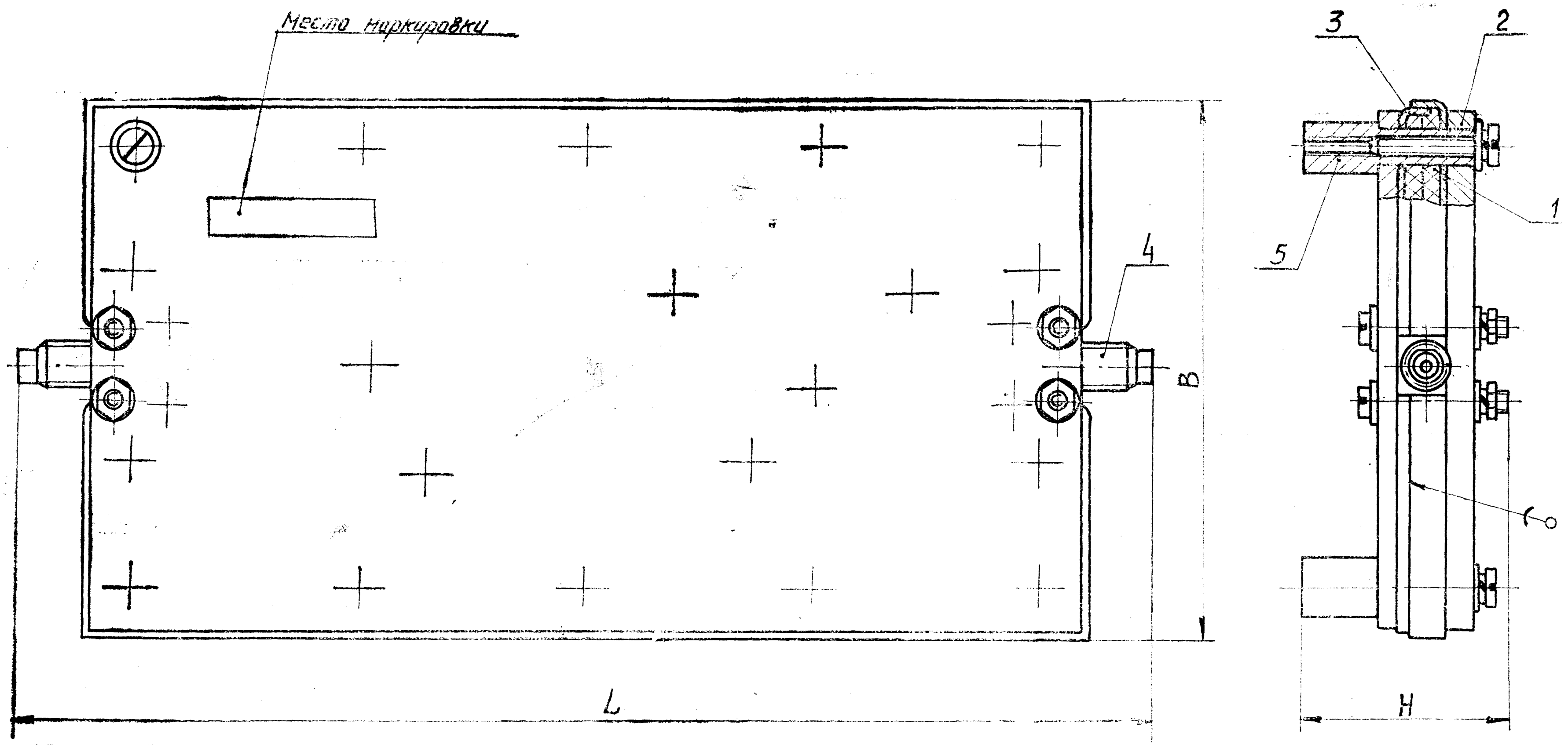




1 — полосковая плата; *2* — обкладка; *3* — СВЧ переход; *4* — кожух; *5* — пластина боковая; **6** — крышка; *7* — элемент крепления

Черт. 5

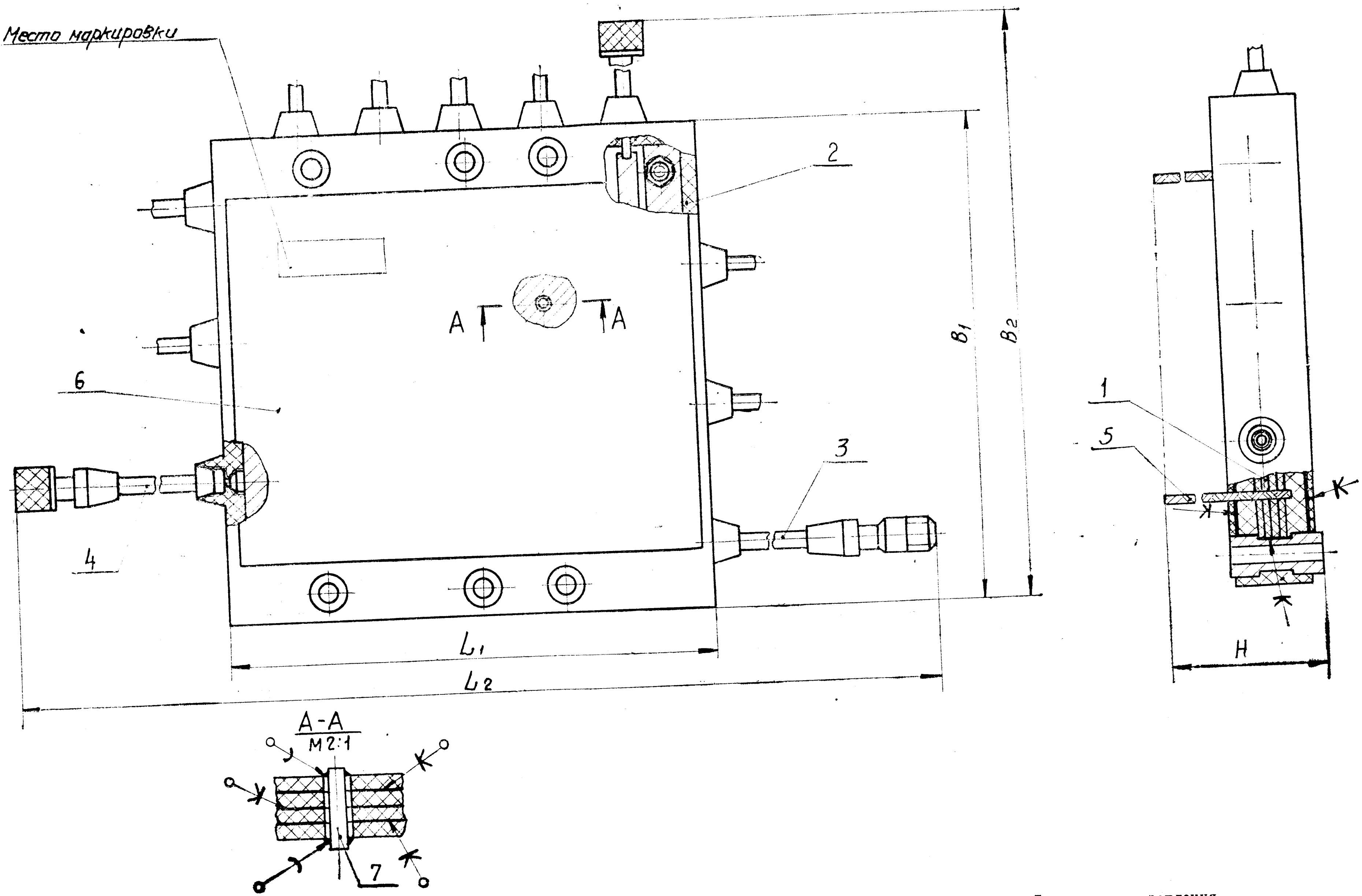
Вариант конструкции полоскового модуля в корпусе пластинчатого типа с обкладками и прокладками



1 — полосковая плата; *2* — обкладка; *3* — прокладка; 4 — СВЧ переход; *5* — элемент крепления

Черт. 6

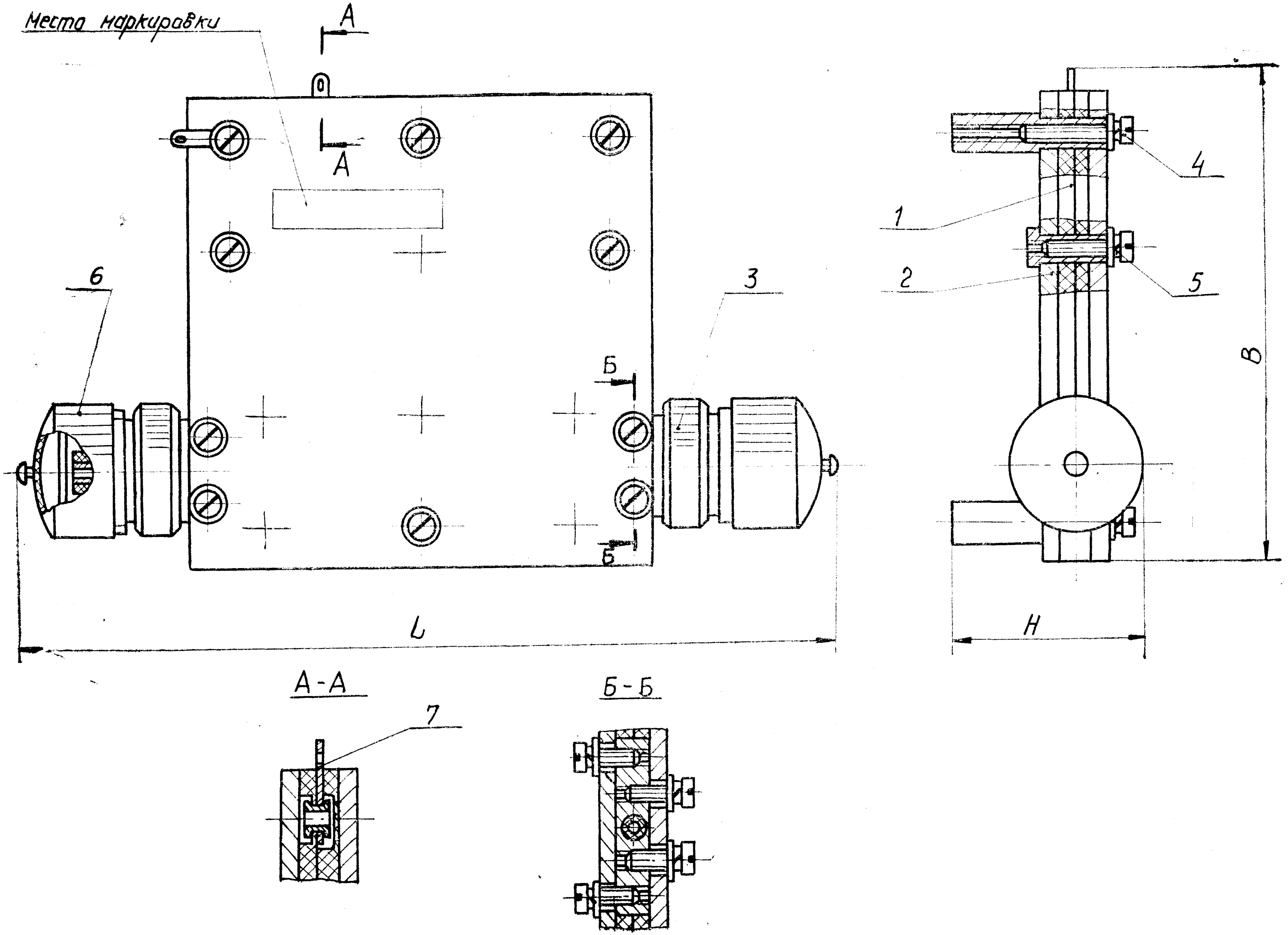
Вариант конструкции полоскового модуля в корпусе, выполненном заливкой компаундом холодного отверждения



1 — плата полосковая; *2* — корпус из компаунда; *3, 4,* — кабель высокочастотный; *5* — провод; *6* — этикетка; *7* — элемент крепления

Черт. 7

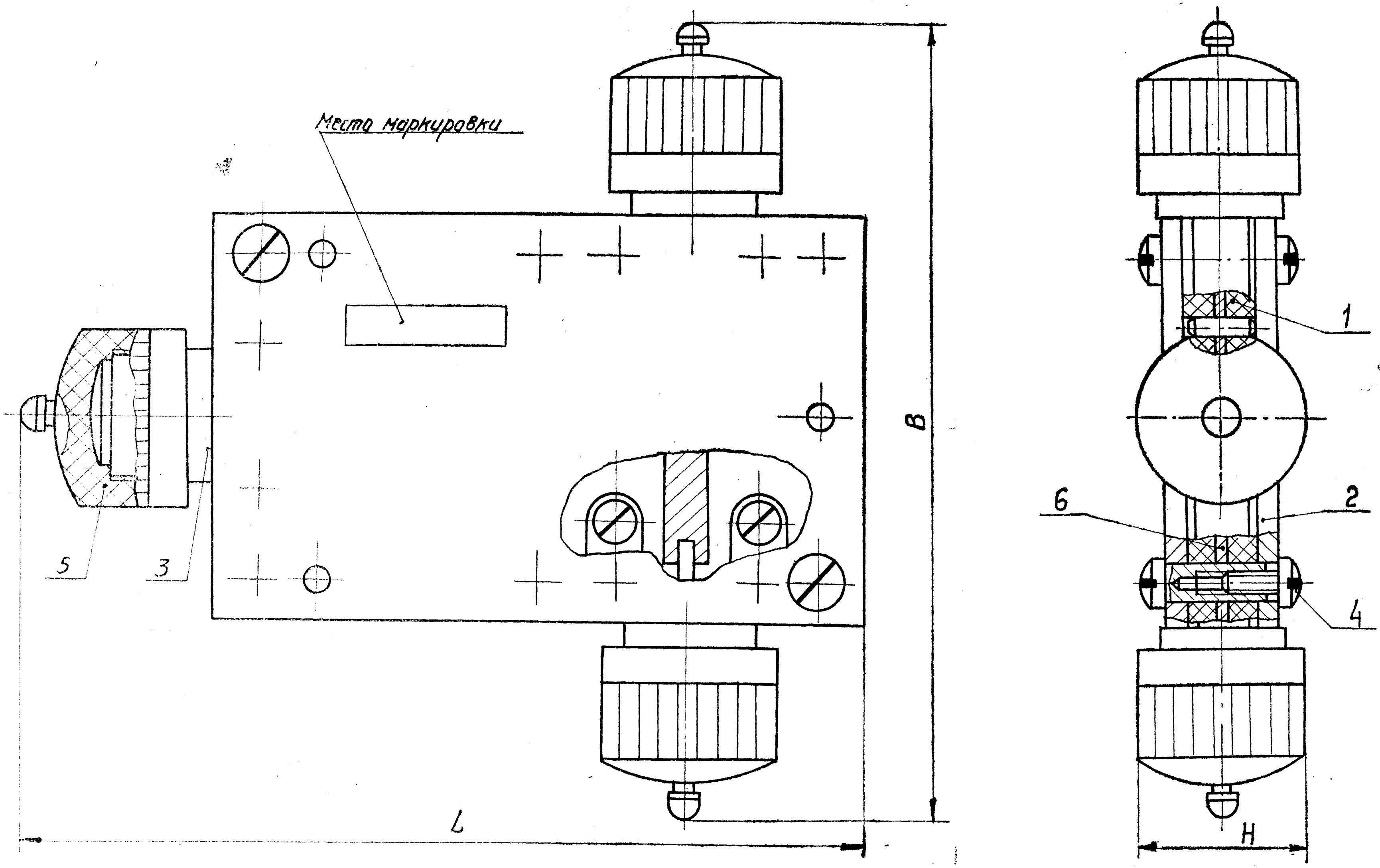
Вариант конструкции полоскового модуля в корпусе пластинчатого типа с металлическими обкладками



1 — полосковая плата; *2* — обкладка; *3* — СВЧ переход; *4* — элемент крепления; *5* — элемент крепления; *6* — колпачок; *7* — лепесток

Черт. 8

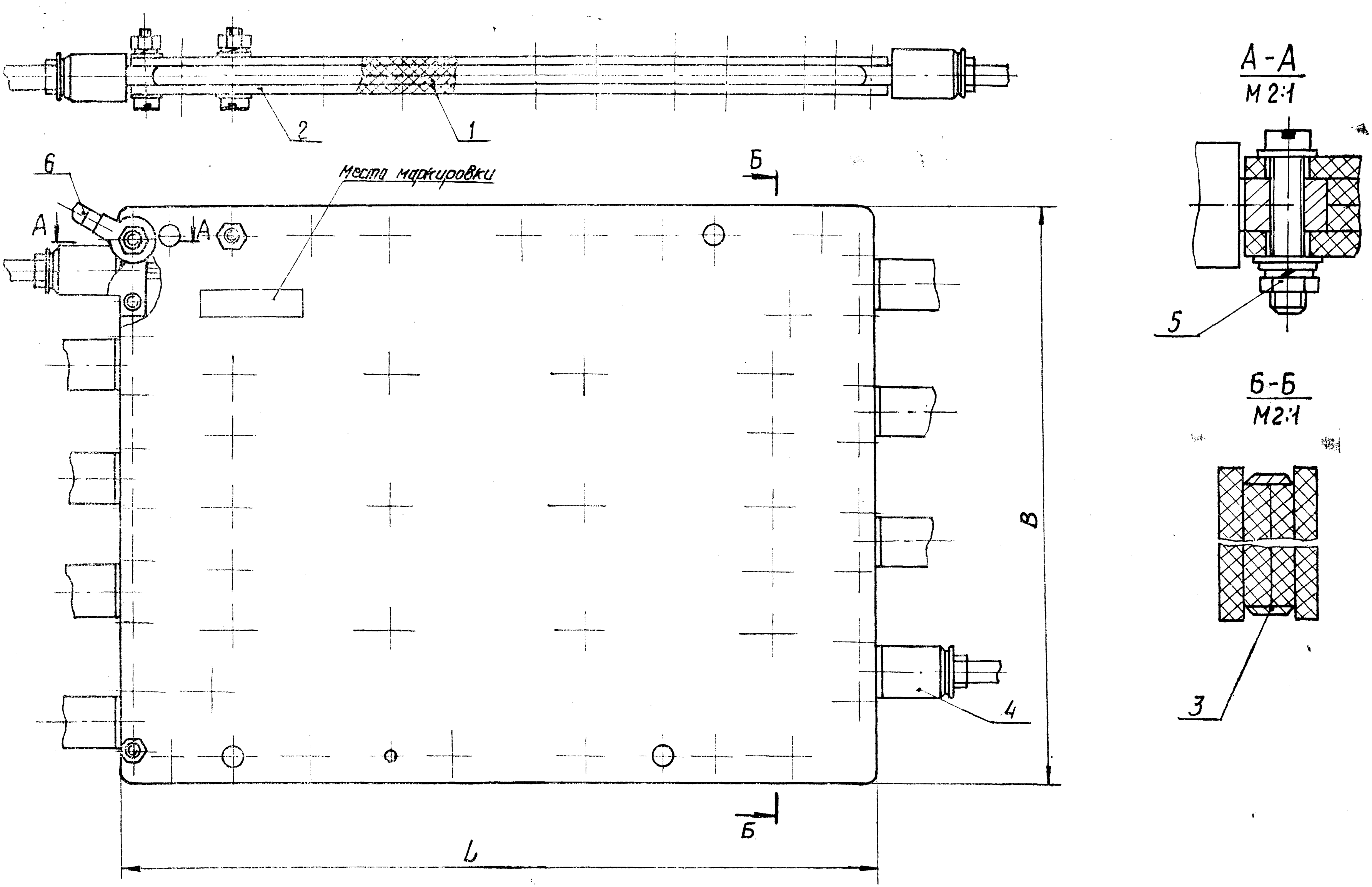
Вариант конструкции полоскового модуля в корпусе пластинчатого типа с металлическими обкладками



1 — полосковая плата; *2* — обкладка; *3* — СВЧ переход; *4* — элемент крепления; *5* — колпачок; *6* — прокладка

Черт. 9

Вариант конструкции полоскового модуля в корпусе пластинчатого типа с диэлектрическими обкладками и боковыми пластинами



1 — плата полосковая; *2* — обкладка; *3* — пластина; *4* — кабель высокочастотный; *5* — элемент крепления; *6* — шина гибкая

Черт. 10

конструкция полоскового модуля в корпусе пластинчатого типа с облегченными обкладками приведена на черт. 11;

конструкция полоскового модуля в корпусе коробчатого типа приведена на черт. 12;

конструкция воздушно-полоскового модуля приведена на черт. 13.

4.2. В сложных полосковых модулях рекомендуется применение многослойных конструкций, соединяемых межэтажными переходами.

4.3. Для крепления (стягивания) набора полосковых плат и обкладок рекомендуется применять следующие способы:

стягивание винтами, заклепками, втулками и др.;

впаивание элементов крепления (см. черт. 7) (создание необходимого удельного давления на набор плат);

впаивание или склеивание полосковых плат в набор между собой.

4.4. Расстояние между элементами крепления определяется рисунком полосковой платы, электрическими требованиями, необходимой механической прочностью и др.

Рекомендуемый шаг между крепежными винтами следует выбирать в пределах от 10 до 50 мм.

4.5. Способ крепления плат в набор должен обеспечивать достаточную равномерность усилия стягивания по всей плоскости платы и стабильность основных характеристик полоскового модуля.

Выбор способа крепления набора полосковых плат определяется в каждом конкретном случае, исходя из определенных требований к полосковому модулю.

4.6. Затяжку обкладок и полосковых плат винтами рекомендуется начинать от середины.

4.7. Рекомендуемый момент затяжки винтов М2 для материалов типа САМ-Э (ТУ6-05-1580—75); ПТ и СТ (ОСТ4 ГО.054.008) — 5 кгс/см^2.

4.8. В ответных полосковых платах, как правило, должны быть предусмотрены сквозные отверстия или пазы, под навесные элементы, которые при сборке закрываются или запаиваются экранирующими пластинами.

4.9. Контуры основной и ответной полосковых плат и обкладок рекомендуется согласовывать в местах установки полосковых элементов.

4.10. Рекомендуемое несовмещение рисунков основной и ответной полосковых плат относительно базовых линий или элементов — ±0,15 мм.

4.11. При выборе материала обкладок необходимо учитывать, что они должны обеспечить хороший электрический контакт экранирующего металлизированного слоя полосковых плат с СВЧ переходами и другими навесными элементами.

4.12. Для уменьшения механических напряжений, возникающих в полосковых модулях, между платами и обкладками, а также между накладками и обкладками рекомендуется помещать прокладки из капролона (ТУ6-05-988—78) или из фторопласта (ГОСТ 12508—73), снижающие коэффициент трения (см. черт. 11), например, от 0,3 (металл-металл) до 0,1 (металл-фторопласт).

4.13. Если полосковая плата устанавливается в замкнутый корпус, его габаритные размеры должны задаваться с учетом разности в коэффициенте линейного расширения материалов полосковой платы и корпуса.

Габаритные размеры, как правило, (кроме толщины) полосковой платы должны быть на 1—2 мм меньше внутренних размеров корпуса.

4.14. С целью исключения излучения СВЧ-энергии в местах неоднородностей рекомендуется избегать наличия зазоров (щелей) между экранирующими элементами конструкций и экранной поверхностью полосковой платы.

4.15. Допускается устранение и регулировка зазоров (щелей) между СВЧ переходами, высокочастотными кабелями и полосковыми платами-прокладками.

4.16. Допускается, при необходимости, после настройки и проверки модулей стыки полосковых плат промазать контактолом, или опаять по контуру.

4.17. Допускается при сборке полоскового модуля использовать технологические штифты по ГОСТ 3128—70, отверстия под штифты по ОСТ4 ГО.010.039, которые по окончании сборки следует заменить винтами.

4.18. Допускается, при необходимости, после настройки и проверки электрических параметров модулей, элементы крепления опаять припоем.

4.19. При сборке полосковых модулей (см. черт. 9) воздушные промежутки между прокладкой и платами рекомендуется заполнить вазелином КВ-3/10 (ГОСТ 15975—70).

4.20. Полосковые проводники или полосковые платы воздушно-полосковых модулей (см. черт. 13), при необходимости, следует крепить на опорных втулках или стойках, закрепленных в основании корпуса.

Число опорных втулок и место их расположения должны обеспечить отсутствие прогиба и симметричность расположения полосковых проводников или полосковой платы относительно основания корпуса. Допуск на симметричность ±0,1 мм.

4.21. На полосковой плате воздушно-полоскового модуля допускается установка нагрузок, постоянных аттенюаторов.

4.22. При закручивании и откручивании накидных гаек кабелей (см. черт. 7) должны быть предусмотрены меры, не допускающие прокручивания кабелей относительно корпуса модуля.

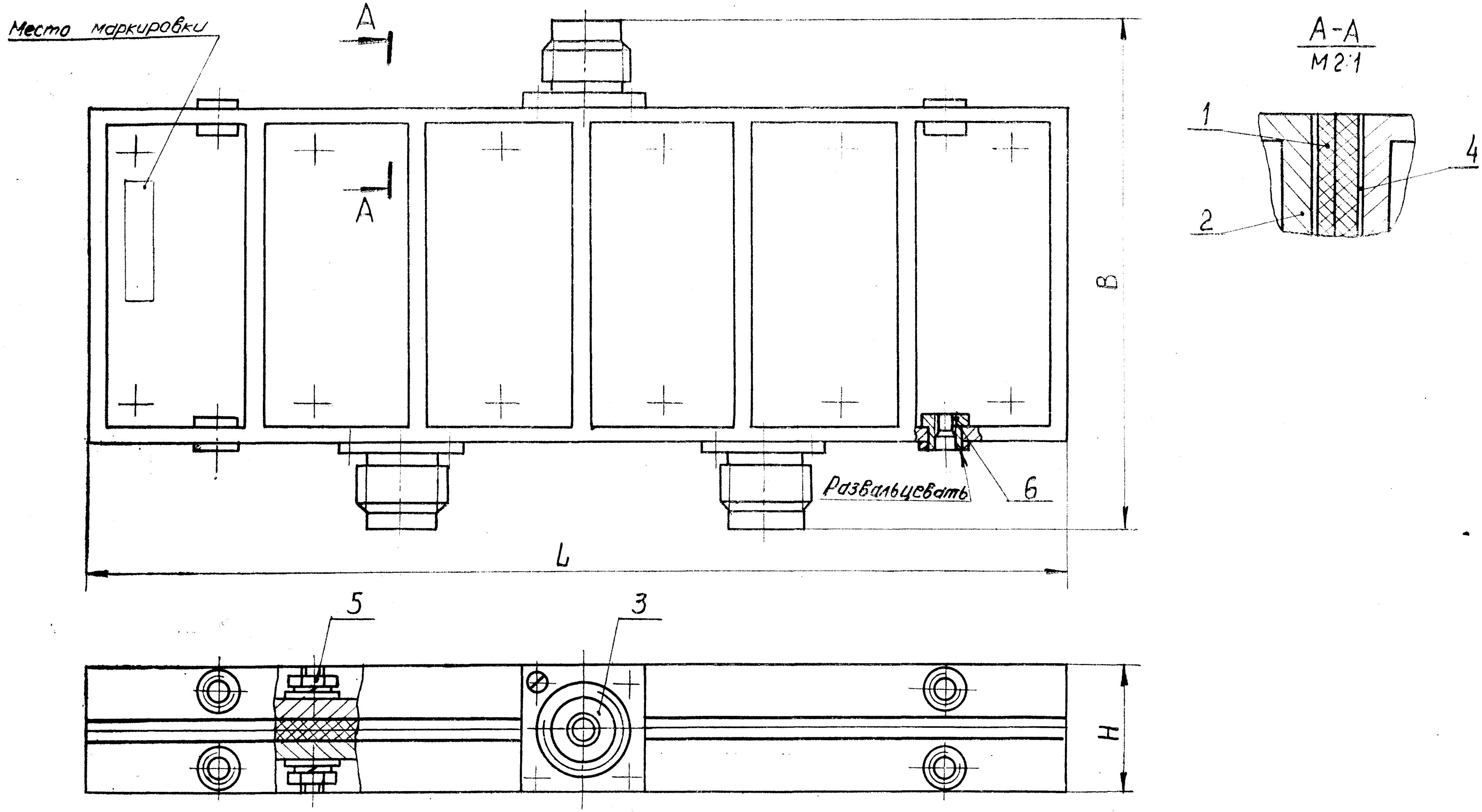
4.23. Вариант соединения рисунка полосковой платы с экраном плоской перемычкой приведен на черт. 14.

4.24. Варианты выполнений СВЧ перехода приведены на черт. 15, а, б.

4.25. Входы и выходы полосковых модулей следует маркировать на обкладках корпуса или на основании корпуса.

4.26. Маркировку полосковых модулей рекомендуется производить на элементах конструкций корпуса таких как, основание, обкладка и крышка.

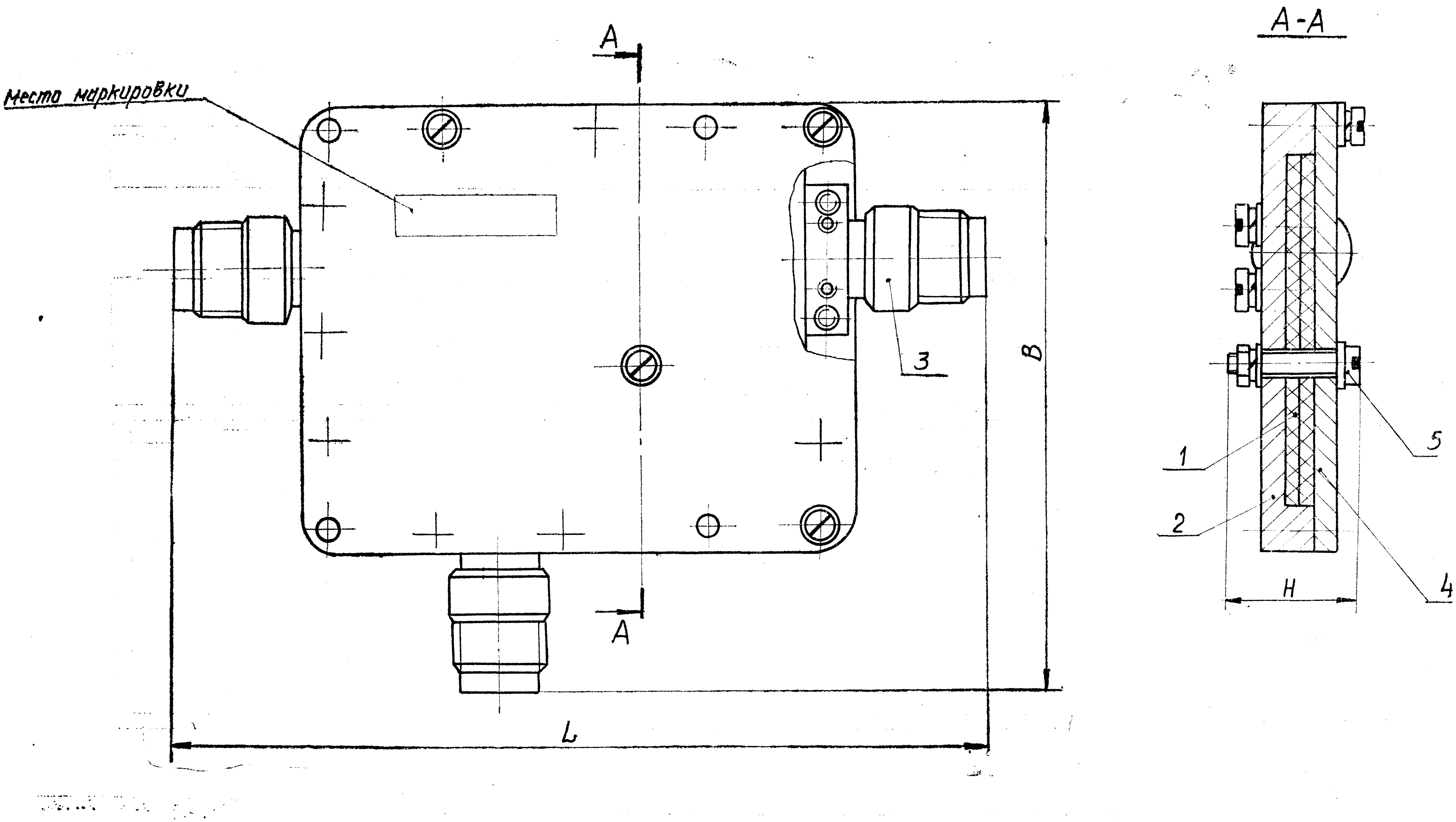
Вариант конструкции полоскового модуля в корпусе пластинчатого типа с облегченными прокладками



1 — полосковая плата; *2* — обкладка; *3* — СВЧ переход; **4 — прокладка**; *5* — элемент крепления; *6* — элемент крепления

Черт. 11

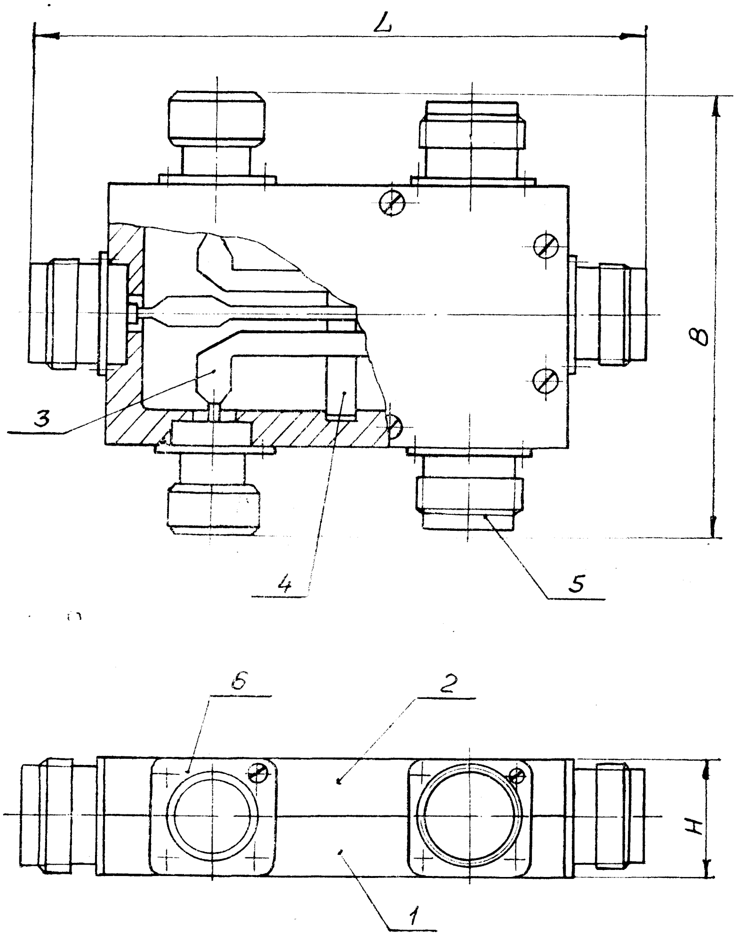
Вариант конструкции полоскового модуля в корпусе коробчатого типа



1 — полосковая плата; 2 — основание корпуса; 3 — СВЧ **переход**; 4 — крышка; 5 — элемент крепления

Черт. 12

Вариант конструкции воздушно-полоскового модуля



1 — основание корпуса; *2* — крышка; *3* — полосковый проводник; *4* — опора-брус; *5, 6* —СВЧ переход

Черт. 13

5. НЕСИММЕТРИЧНЫЕ ПОЛОСКОВЫЕ ЛИНИИ КОНСТРУИРОВАНИЕ ПОЛОСКОВЫХ МОДУЛЕЙ

5.1. Полосковые модули на платах из органических материалов

5.1.1. Рекомендуются следующие варианты конструкций полосковых модулей:

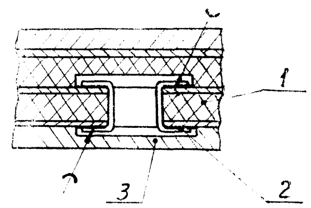
конструкции полоскового модуля в корпусе рамочного типа с одноярусным расположением полосковых плат приведены на черт. 16, 17;

конструкция полоскового модуля в корпусе рамочного типа с двухъярусным расположением полосковых плат приведена на черт. 18;

конструкция полоскового модуля в корпусе коробчатого типа с пластинчатым основанием для двухъярусного расположения полосковых плат и коробчатыми крышками приведена на черт. 19;

конструкции полоскового модуля в корпусе пенального типа приведены на черт. 20, 21;

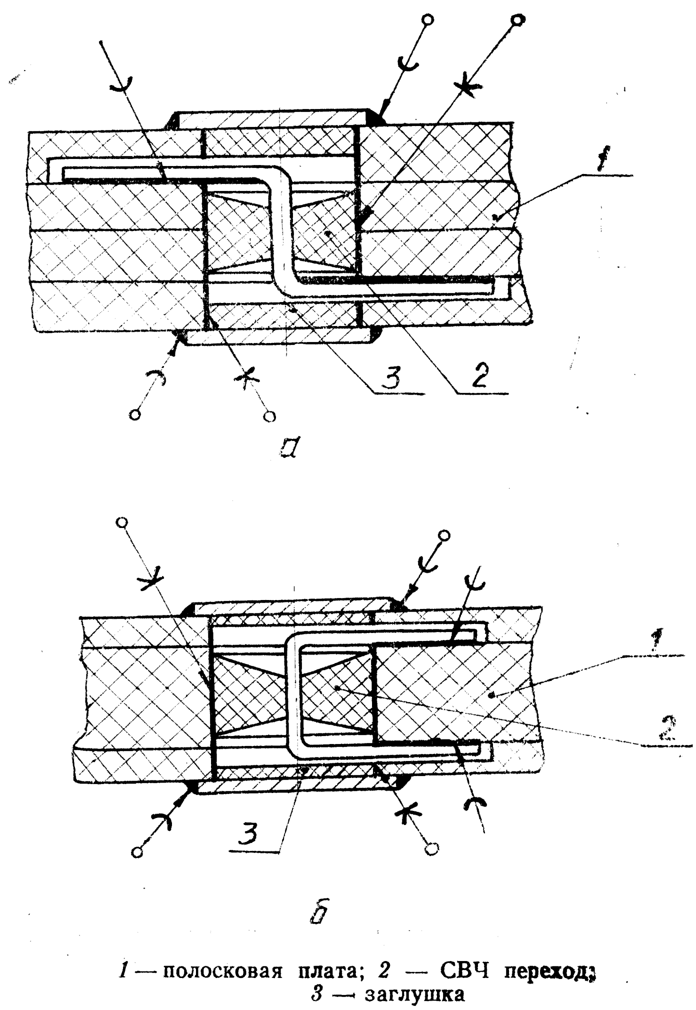
Вариант соединения рисунка полосковой платы с экраном плоской перемычкой



1 — плата полосковая;
2 — перемычка плоская;
3 — обкладка

Черт. 14

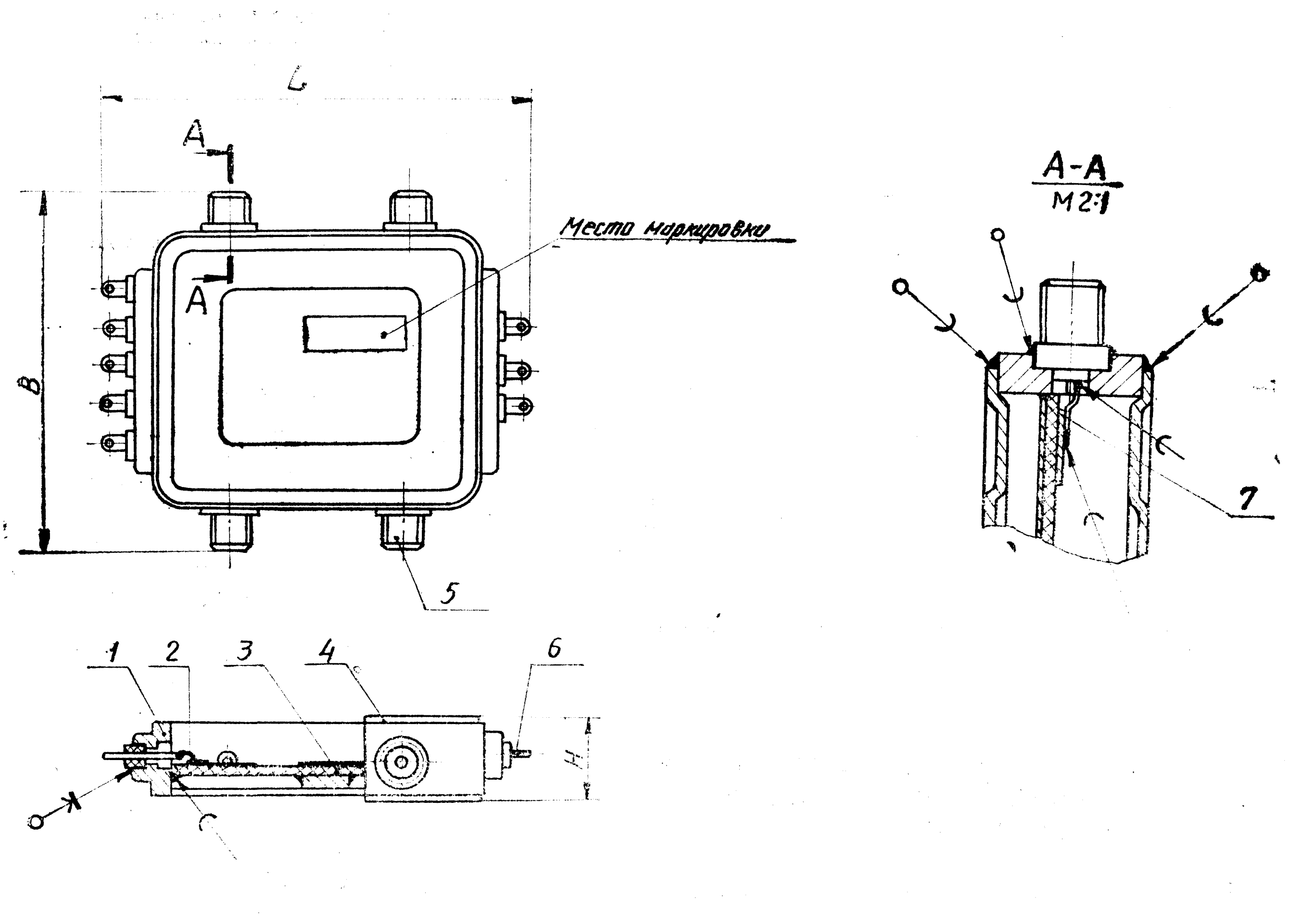
Варианты выполнений СВЧ перехода



1 — полосковая плата; *2* — СВЧ переход;
3 — заглушка

Черт. 15

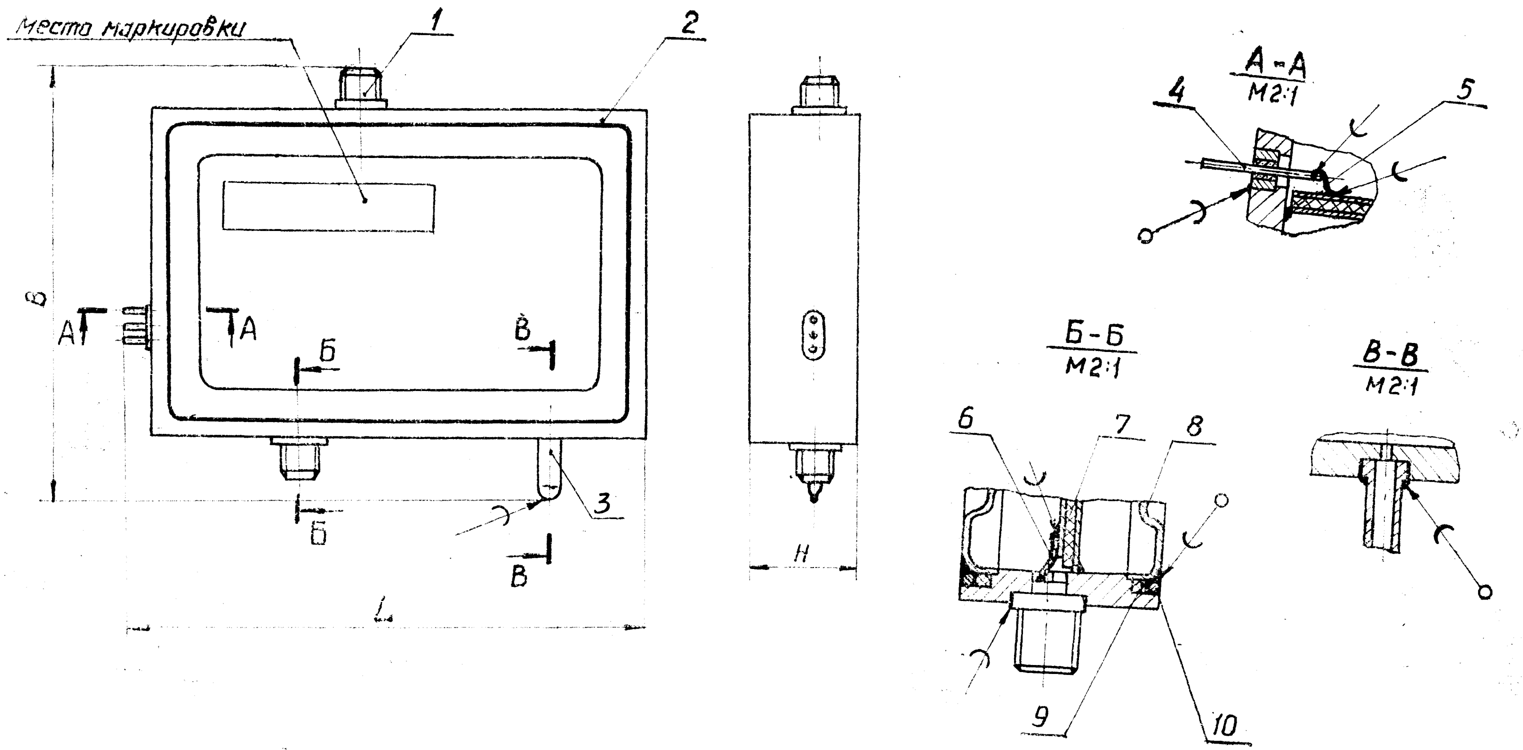
Вариант конструкции полоскового модуля в корпусе рамочного типа с одноярусным расположением полосковых плат



1 — основание корпуса; *2* — перемычка; *3* — плата полосковая; *4* — крышка; *5* — СВЧ переход; *6* — вывод низкочастотный; *7* — перемычка плоская

Черт. 16

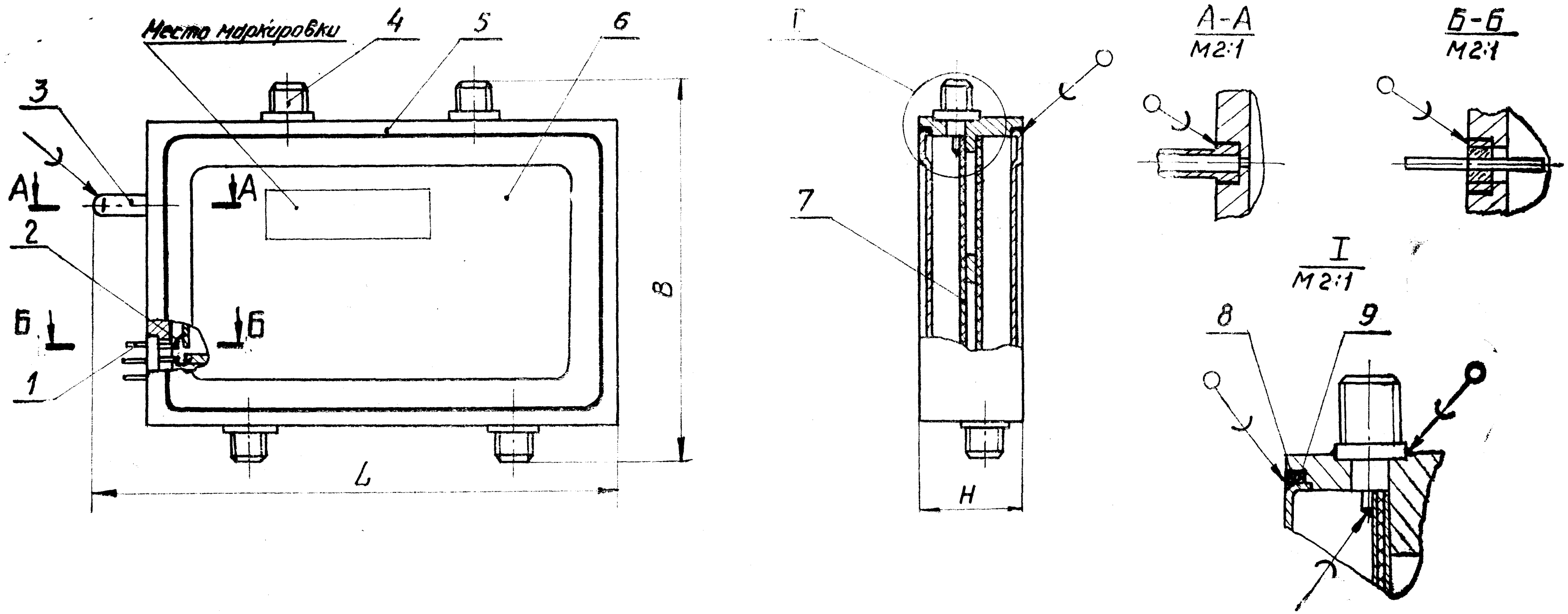
Вариант конструкции полоскового модуля в корпусе рамочного типа с одноярусным расположением полосковых плат



1 — СВЧ переход; 2 — основание корпуса; 3 — трубка; 4 — вывод низкочастотный; 5 — перемычка; 6 — перемычка плоская; 7 — плата полосковая; 8 — крышка; 9 — герметизирующая прокладка; 10 — проволока

Черт. 17

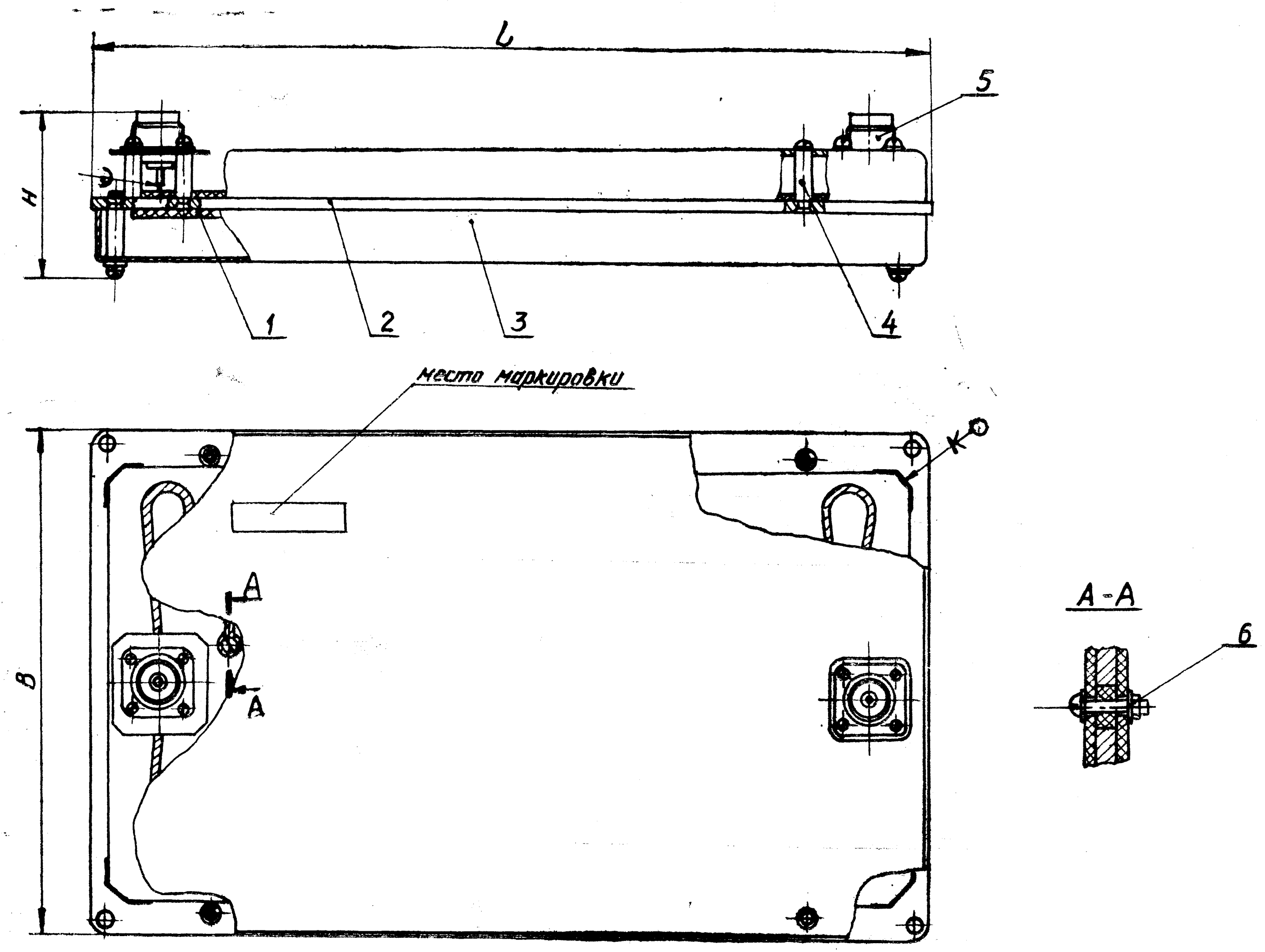
Вариант конструкции полоскового модуля в корпусе рамочного типа с двухъярусным расположением полосковых плат



1 — вывод низкочастотный; *2* — перемычка; *3* — трубка; *4* — СВЧ переход;
5 — основание корпуса; *6* — крышка; *7* — плата полосковая; *8* — проволока;
9 — прокладка герметизирующая

Черт. 18

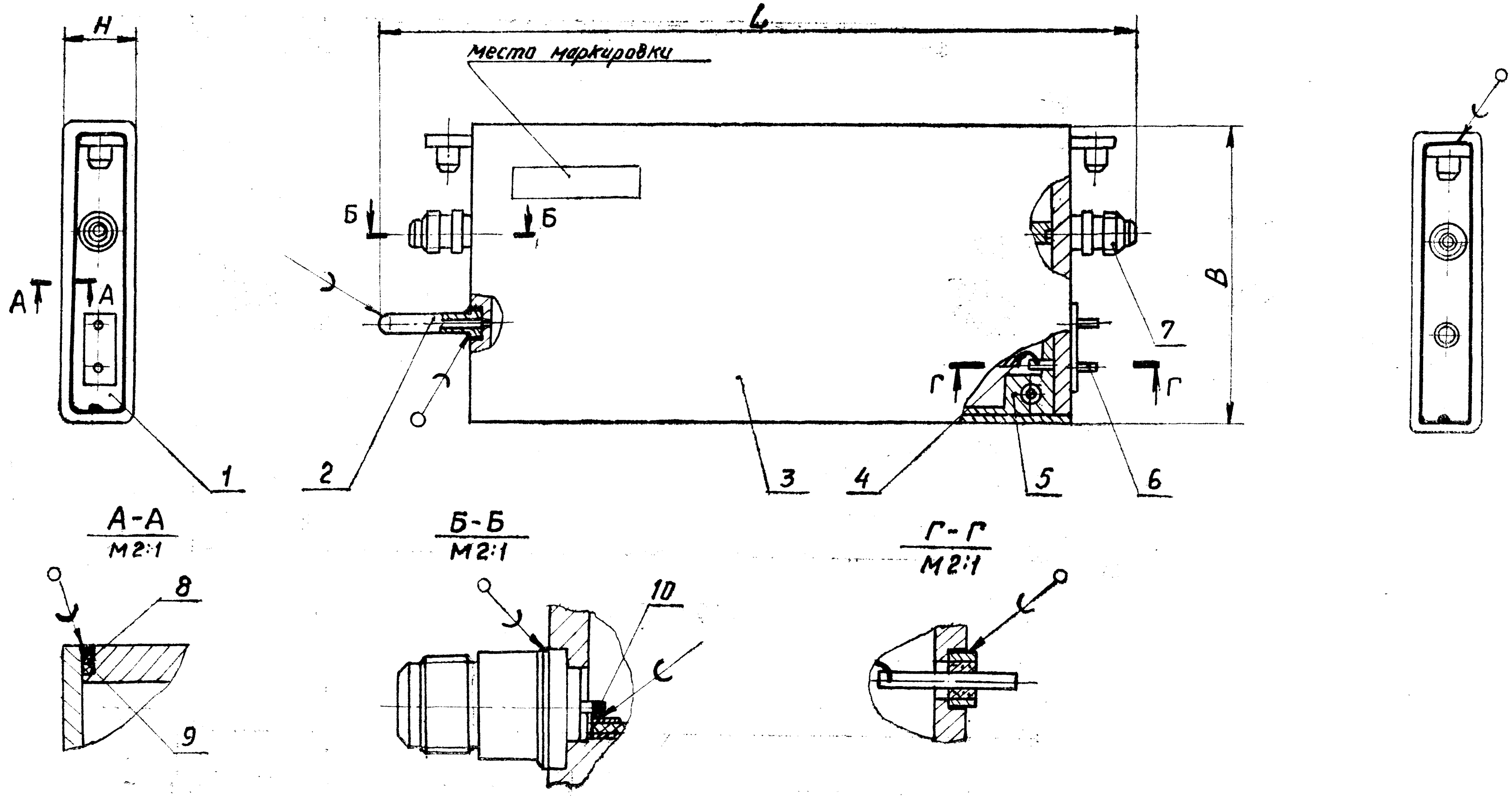
Вариант конструкции полоскового модуля в корпусе коробчатого типа с пластинчатым основанием для двухъярусного расположения полосковых плат



1 — полосковая плата; *2* — основание корпуса; *3* — крышка; *4* — элемент крепления; *5* — СВЧ переход; *6* — элемент крепления

Черт. 19

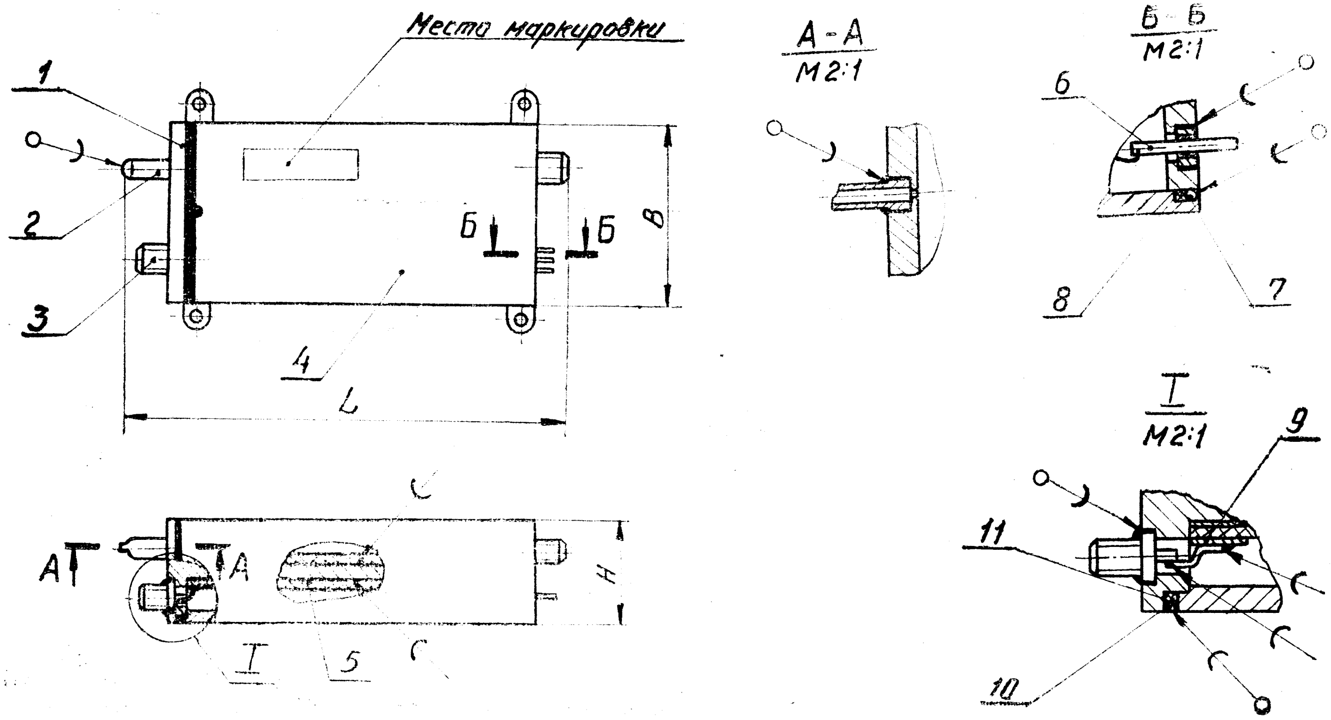
Вариант конструкции полоскового модуля в корпусе пенального типа



1 — основание корпуса; *2* — трубка; *3* — кожух (из трубы прямоугольного сечения); *4* — перемычка; *5* — плата полосковая; *6* — вывод низкочастотный; *7* — СВЧ переход; *8* — проволока; *9* — прокладка герметизирующая; *10* — перемычка плоская

Черт. 20

Вариант конструкции полоскового модуля в корпусе пенального типа



1 — основание корпуса; *2* — трубка; *3* — СВЧ переход; *4* — кожух (из швеллера); *5* — плата полосковая; *6* — вывод низкочастотный; *8* и *11* прокладка герметизирующая; *7* и *10* — проволока; *9* — перемычка плоская

Черт. 21

конструкции полоскового модуля в корпусе коробчатого типа приведены на черт. 22, 23.

5.1.2. Конструкции полоскового модуля в герметичном исполнении приведены на черт. 16 и 20.

5.1.3. Крепление полосковых плат к элементам корпуса полоскового модуля может осуществляться:

механически-специальными элементами крепления, например, с помощью уголковых прижимов, столбиков и другими элементами;

пайкой припоями, приведенными в рекомендуемом приложении 3 (табл. 2);

приклейкой токопроводящими композициями, приведенными в рекомендуемом приложении 3 (табл. 1).

В случае крепления полосковых плат к поддону корпуса механическим способом рекомендуется применение специальных установочных упоров.

5.1.4. Поддоны с полосковыми платами рекомендуется крепить винтами на выступах основания корпуса.

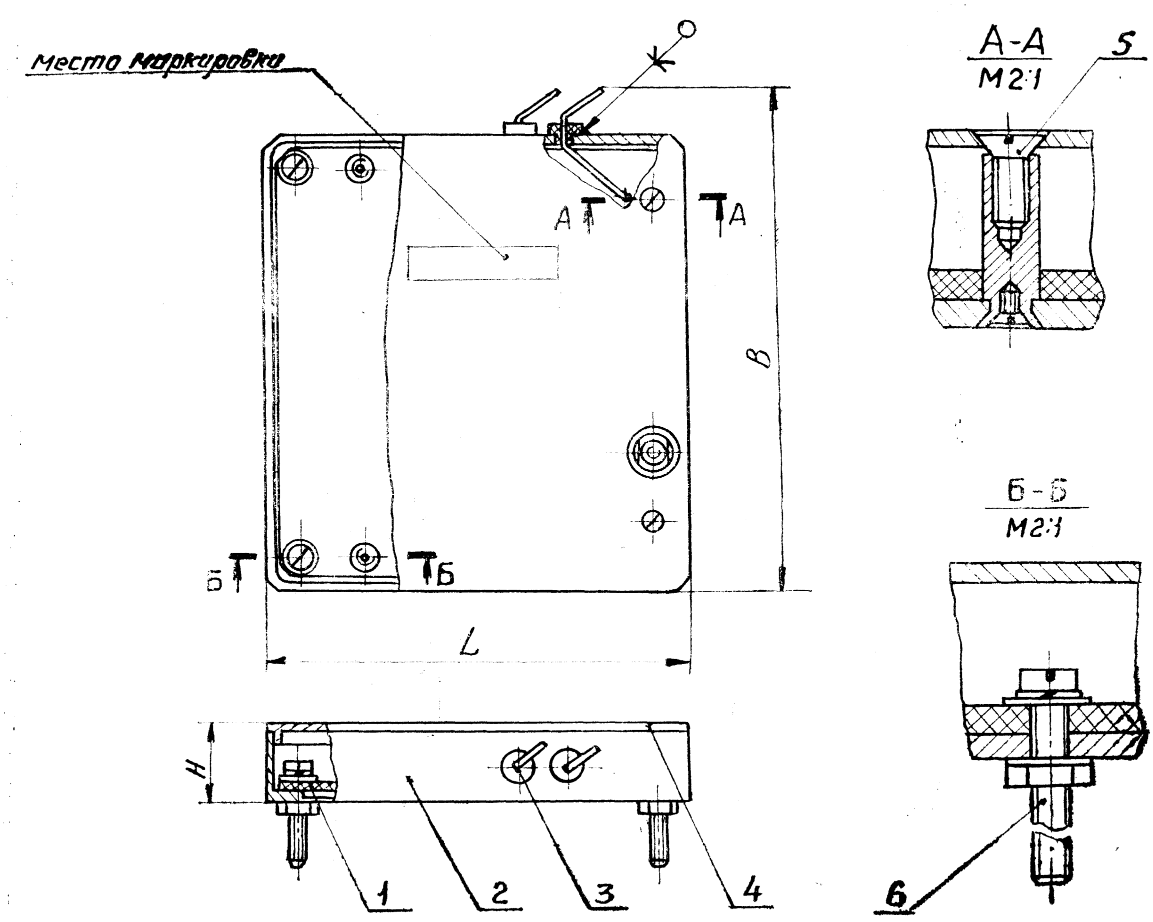
5.1.5. Поверхности с лицевым рисунком полосковых плат, устанавливаемых в модуль, должны находиться в одной плоскости.

5.1.6. На корпусе модуля, при необходимости, рекомендуется размещать СВЧ переходы, низкочастотные выводы, трубки для откачки воздуха и земляной штырь.

5.1.7. Крепление СВЧ переходов или радиочастотных соединителей, низкочастотных выводов, выполненных в виде единого устройства, к элементам корпуса следует производить:

пайкой, сваркой, приклейкой или (и) крепить механически, в зависимости от заданных требований к конструкции полоскового модуля.

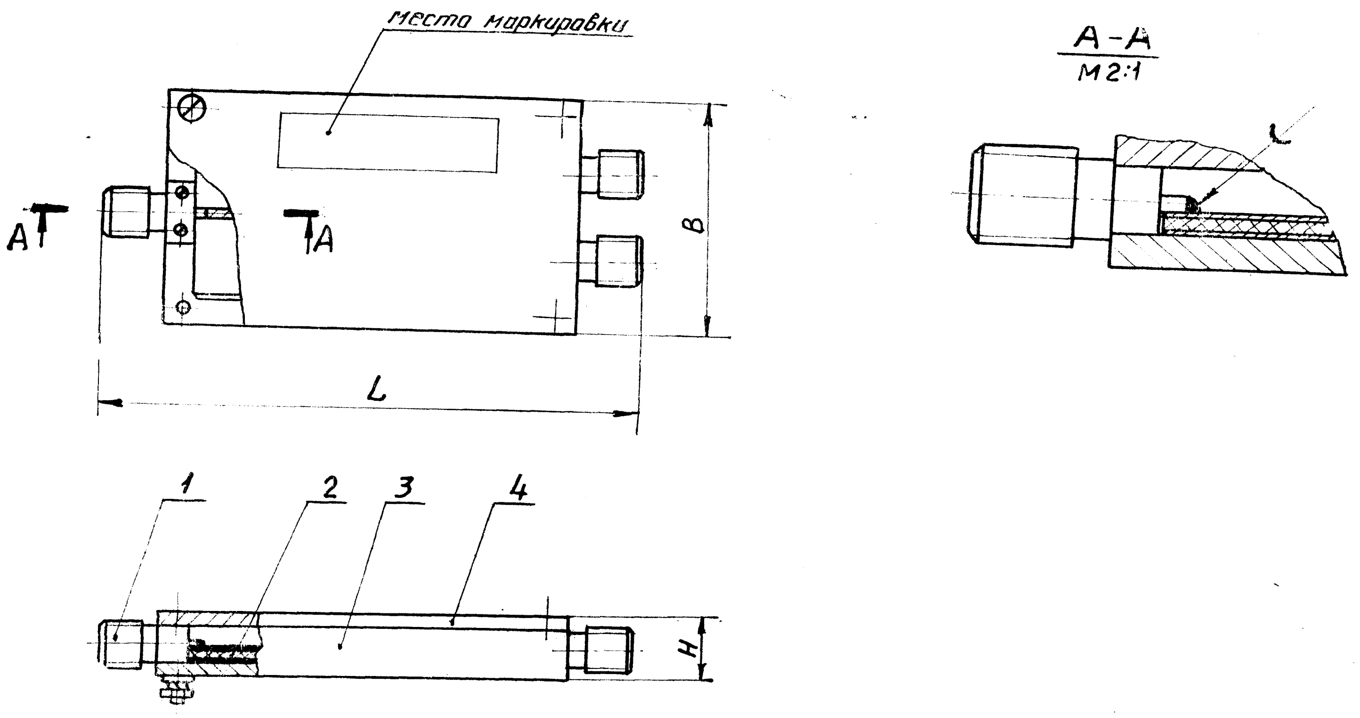
Вариант конструкции полоскового модуля в корпусе коробчатого типа



1 — полосковая плата; *2* — основание корпуса; *3* — переход; *4* — крышка; *5* — элемент крепления, *6* — элемент крепления

Черт. 22

Вариант конструкции полоскового модуля в корпусе коробчатого типа



1 — СВЧ переход; *2* — полосковая плата; *3* — основание корпуса; *4* — крышка

Черт. 23

5.1.8. При необходимости экранирования элементов внутри модуля на основании корпуса или на поддоне может быть установлен экран.

5.1.9. Соединение между собой элементов конструкции корпуса пенального типа может осуществляться с помощью пайки или сварки.

5.1.10. Штампованные элементы конструкций корпуса толщиной до 1 мм, поддон, упор и др., рекомендуется соединять между собой контактной точечной сваркой и (или) пайкой.

5.1.11. При необходимости электрического соединения между отсеками модуля, в перегородках основания корпуса следует устанавливать СВЧ переходы и низкочастотные выводы.

5.1.12. Крепление крышек к основанию корпуса по контуру стыка может осуществляться:

электродуговой сваркой;

пайкой;

приклейкой.

5.1.13. Допускается крепление крышек к основанию корпуса крепежными винтами.

Сварка, как правило, производится для полосковых модулей, элементы конструкций корпуса которых имеют отбортовки.

5.2. Полосковые модули на платах из неорганических материалов

5.2.1. Рекомендуются следующие варианты конструкций полосковых модулей:

конструкции полоскового модуля в корпусе рамочного типа с одноярусным расположением полосковых плат приведены на черт. 16, 17.

конструкции полоскового модуля в корпусе рамочного типа с двухъярусным расположением полосковых плат приведены на черт. 18, 26;

конструкции полоскового модуля в корпусе пенального типа приведены на черт. 20, 21;

конструкция полоскового модуля в корпусе коробчатого типа приведена на черт. 23;

конструкция полоскового модуля в корпусе рамочного типа, выполненного сваркой, приведена на черт. 24;

конструкция полоскового модуля в прессованном корпусе рамочного типа приведена на черт. 25.

5.2.2. При разработке вариантов конструкций полосковых модулей следует руководствоваться требованиями пп. 5.1.2—5.1.13.

6. РАЗРАБОТКА И КОНСТРУИРОВАНИЕ РИСУНКА ПОЛОСКОВОЙ ПЛАТЫ

6.1. Порядок разработки рисунка полосковой платы

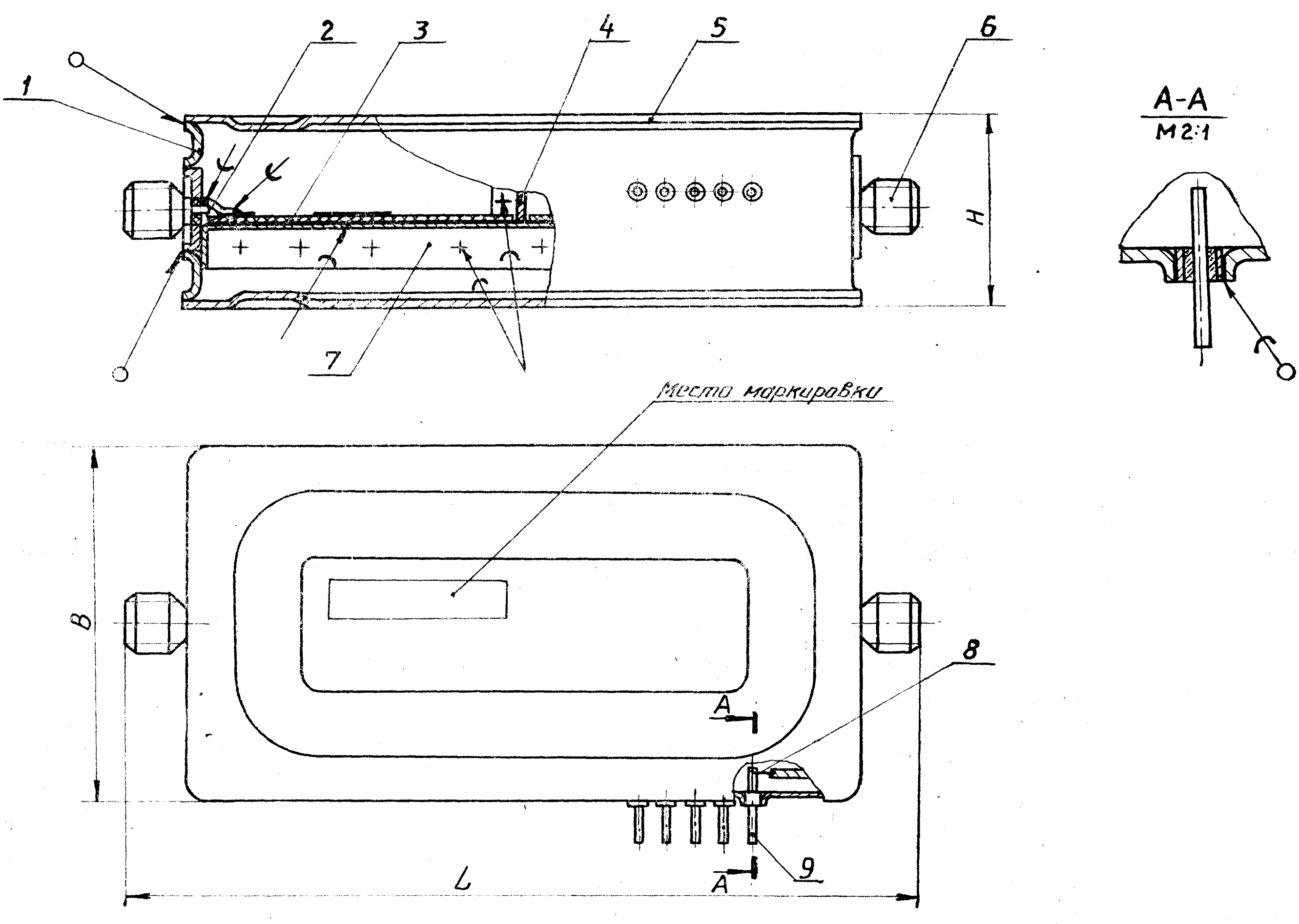
6.1.1. Разработка рисунка полосковой платы является важным этапом в процессе конструирования

гибридно-полосковых модулей и узлов, на котором решаются следующие задачи: компоновка полосковых проводников и элементов на определенном основании с учетом общей компоновки полоскового модуля, электрических соединений, применение навесных элементов и узлов, технологических возможностей изготовления узлов, настройки, ремонта и т. д.

Разработку рисунка полосковой платы рекомендуется производить по схеме, приведенной на черт. 27.

Основанием для разработки рисунка полосковой платы является техническое задание, в котором, при необходимости, должны быть указаны следующие исходные данные:

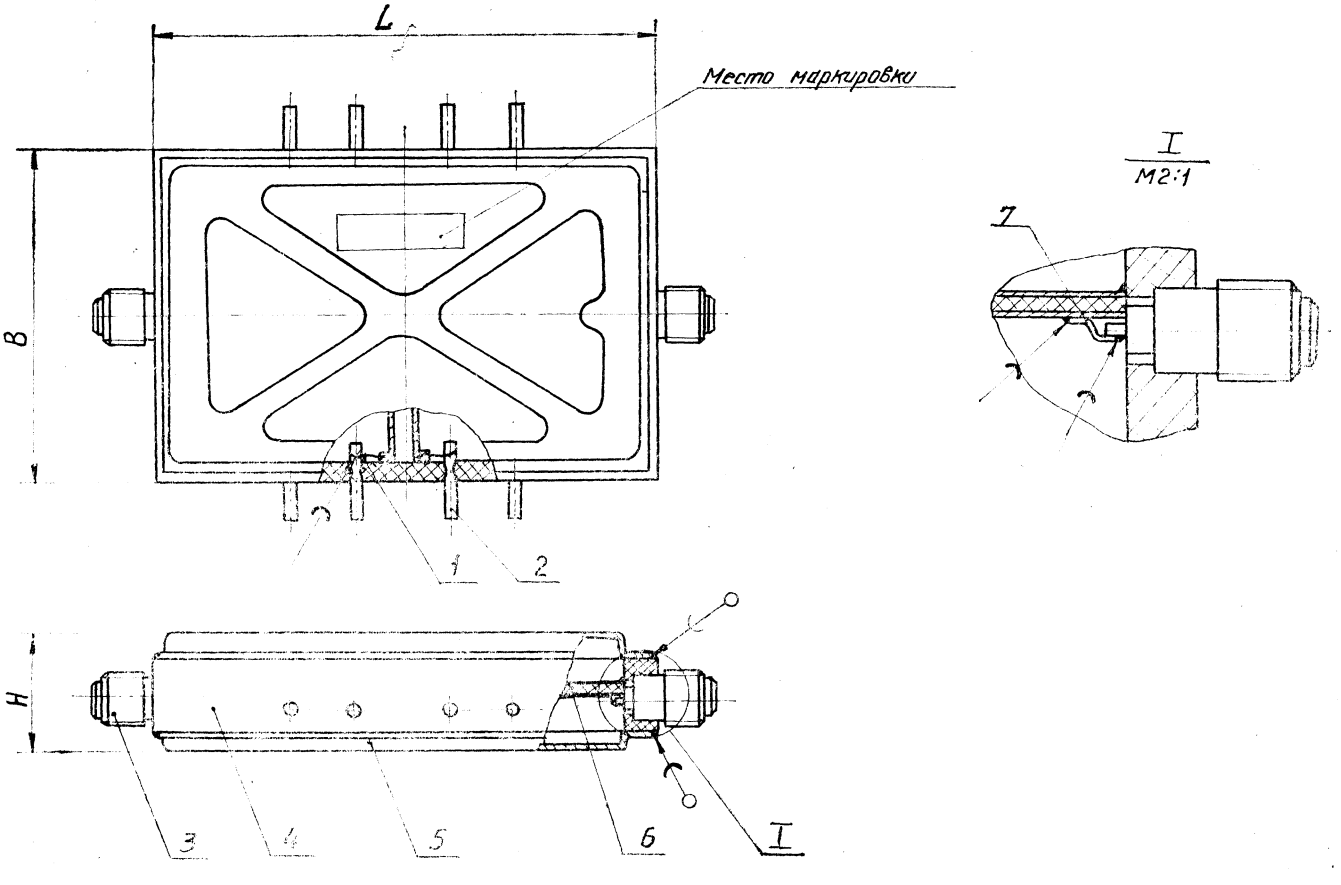
Вариант конструкции полоскового модуля в корпусе рамочного типа, выполненном сваркой



1 — основание корпуса; *2* — перемычка плоская; *3* — плата полосковая; *4* — экран; *5* — крышка; *6* — СВЧ переход; *7* — поддон; *8* — перемычка; *9* — вывод низкочастотный

Черт. 24

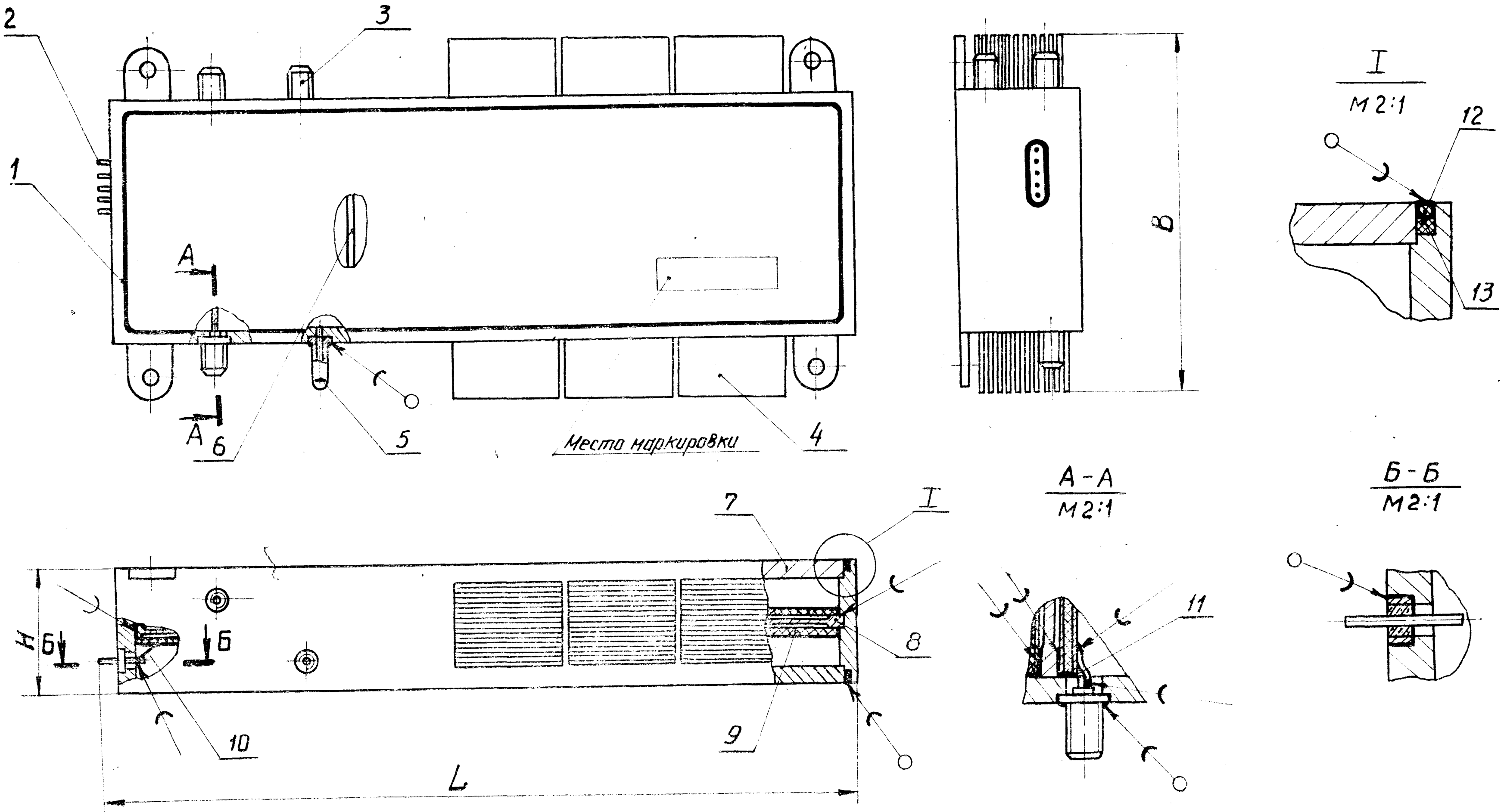
Вариант конструкции полоскового модуля в прессованном корпусе рамочного типа



1 — перемычка; *2* — вывод низкочастотный; *3* — СВЧ переход; *4* — основание корпуса; *5* — крышка; *6* — плата полосковая; *7* — перемычка плоская

Черт. 25

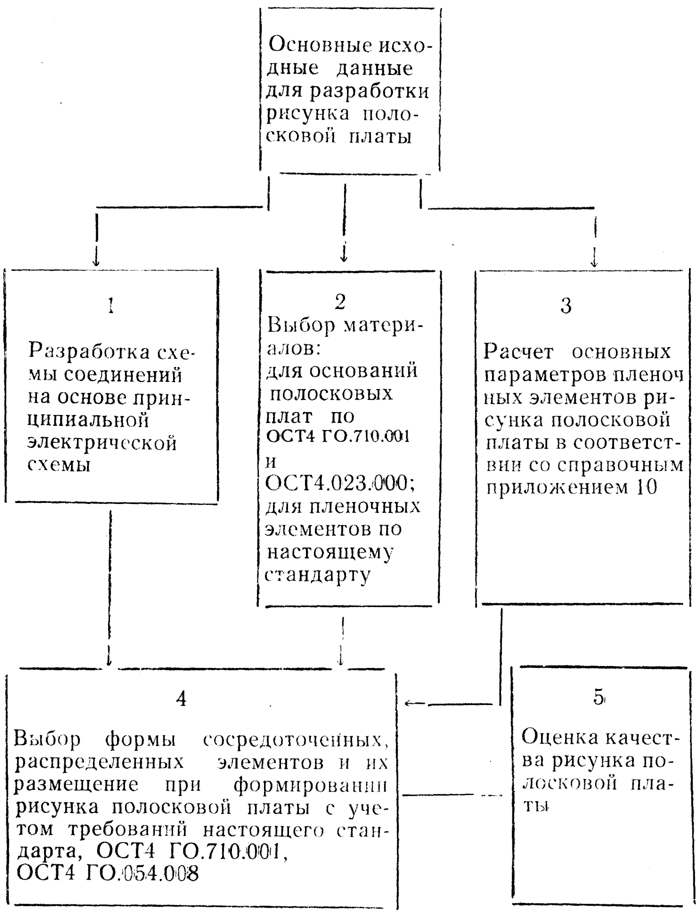
Вариант конструкции большого гибридного интегрального полоскового модуля в корпусе рамочного типа для двухъярусного расположения полосковых плат и с отсеками



1 — основание корпуса; *2* — вывод низкочастотный; *3* — СВЧ переход; *4* — радиатор; *5* — трубка; *6* — экран; *7* — крышка; *8* — поддон; *9* — плата полосковая; *10* — перемычка; *11* — перемычка плоская; *12* — проволока; *13* — прокладка герметизирующая

Черт. 26

Схема последовательности разработки рисунка полосковой платы



Черт. 27

электрическая принципиальная или функциональная схема с указанием типов применяемых навесных элементов (диодов, транзисторов и т. д.);

необходимые номинальные значения основных электрических параметров пленочных сосредоточенных элементов; мощность рассеяния для резисторов, максимальное рабочее напряжение для конденсаторов, максимальный рабочий ток для проводников;

волновое сопротивление полосковых проводников (ширина полоски);

поверхностное сопротивление квадрата резистивной пленки;

скин слой;

эффективная диэлектрическая проницаемость полосковой платы;

диэлектрическая проницаемость и толщина основания полосковой платы;

условия эксплуатации полоскового модуля;

рекомендуемый или максимально допустимый типоразмер основания полосковой платы или плат;

материал основания полосковой платы;

максимально допустимые размеры сосредоточенных элементов (резисторов, дросселей, конденсаторов);

метод подстройки электрических параметров;

тип, габаритные размеры и присоединительные размеры СВЧ перехода;

тип низкочастотных выводов;

тип корпуса и вид покрытия;

допустимые зазоры между полосковыми платами, полосковой платой и корпусом;

минимальное расстояние от поверхности платы до экрана (крышки корпуса);

рабочее положение корпуса в аппаратуре;

среднее значение расчетной величины мощности рассеяния пленочного резистора;

размер стороны квадрата или диаметр пленочной индуктивности, число витков, ширина полоскового проводника индуктивности и величина зазора между витками.

Для разработки рисунка полосковой платы, могут быть заданы специальные требования к параметрам полосковых и пленочных сосредоточенных и распределительных элементов:

добротность пленочного индуктивного элемента на определенной частоте;

тангенс угла диэлектрических потерь (или добротность) конденсатора на определенной частоте;

высокая точность номинала и т. д.;

диапазон и шаг регулировки подстраиваемых элементов.

6.1.2. Полосковые модули, к электрическим параметрам которых не предъявляются высокие требования из экономических соображений, целесообразно конструировать на полосковых платах, изготовляемых по толстопленочной технологии.

6.1.3. Полосковые модули со сложной конфигурацией рисунка полосковой платы и воспроизводимостью геометрических размеров рисунка не более ±15 мкм, к выходным параметрам которых предъявляются повышенные требования, целесообразно конструировать на полосковых платах, изготовленных по тонкопленочной технологии, основанной на получении проводящих пленок химическим осаждением или термическим испарением в вакууме и формировании определенной конфигурации элементов методом фотолитографии. В этом случае пленки отличаются высокой плотностью и однородностью, и потери в СВЧ диапазоне будут минимальными.

6.1.4. Сравнительные данные пленочной технологии изготовления полосковых плат приведены в рекомендуемом приложении 4 (табл. 1).

6.2. Последовательность нанесения слоев пленочных элементов.

6.2.1. Последовательность нанесения слоев пленочных элементов при формировании рисунка полосковой платы с использованием тонкопленочной технологии приведена в ОСТ4 ГО.054.008 и рекомендуемом приложении 4 (черт. 1—8).

6.2.2. Последовательность нанесения слоев пленочных элементов при формировании рисунка полосковой платы с использованием толстопленочной технологии приведена в ОСТ4 ГО.054.068.

6.2.3. Допускается другая последовательность нанесения слоев рисунка полосковой платы.

6.3. Рекомендуемый порядок разработки схемы соединения элементов на основе электрической принципиальной схемы

6.3.1. Из принципиальной схемы условно исключить навесные элементы и заменить их выводы необходимыми контактными площадками.

6.3.2. В полученной схеме соединений элементов разместить в соответствии с конструктивными и электрическими требованиями контактные площадки и полосковые линии, к которым присоединяются навесные элементы и внешние выводы.

6.3.3. Разводку контактных площадок под навесные элементы следует осуществлять с учетом технологичности, автоматизации процессов сборки, надежности и удобства расположения полосковых плат в полосковом модуле.

При наличии пересечений необходимо их устранить, производя соответствующие упрощения перестановкой контактных площадок и полосковых линий.

Допускается минимальное количество пересечений по согласованию с разработчиком электрической схемы.

6.3.4. Определение паразитных связей рекомендуется производить с учетом справочного приложения 9.

6.4. Выбор материалов для оснований полосковых плат и пленочных элементов

6.4.1. Материалы для оснований полосковых плат следует выбирать по ОСТ4 ГО.710.001 и ОСТ4.023.000.

6.4.2. Для выполнения элементов рисунка полосковой платы, контактных площадок, полосковых проводников применяются материалы, приведенные в рекомендуемом приложении 4 (табл. 2).

6.4.3. Величины значений микротвердости элементов приведены в справочном приложении 9 (табл. 1).

6.4.4. В качестве адгезионного подслоя применяются материалы, приведенные в рекомендуемом приложении 4 (табл. 3).

Толщина адгезионного подслоя должна быть в пределах от 0,03 до 0,05 мкм.

6.4.5. Для выполнения изоляционных слоев рисунка полосковой платы применяются материалы приведенные в рекомендуемом приложении 4 (табл. 4).

Основные параметры пленочных изоляционных слоев приведены в справочном приложении 9 (табл. 3).

6.4.6. При выполнении пленочных резисторов рисунка полосковой платы применяются материалы, приведенные в рекомендуемом приложении 4 (табл. 5).

Основные параметры пленочных резисторов приведены в справочном приложении 9 (табл. 2).

6.4.7. Для обкладок конденсаторов применяются материалы, приведенные в рекомендуемом приложении 4 (табл. 6).

Рекомендуемая толщина обкладок конденсаторов — не менее 2 мкм.

Для диэлектриков конденсаторов рекомендуются материалы, приведенные в рекомендуемом приложении 4 (табл. 7).

Основные параметры пленочных диэлектриков приведены в справочном приложении 9 (табл. 3).

Допускается по согласованию с заказчиком применение других диэлектрических материалов, удовлетворяющих техническим требованиям на конденсаторы.

6.5. Расчет геометрических размеров сосредоточенных и распределенных полосковых элементов

6.5.1. Расчет параметров сосредоточенных элементов (резисторов, конденсаторов) рекомендуется производить согласно ОСТ11.073.021—74 и справочному приложению 10.

6.5.2. Расчет параметров пленочных индуктивных элементов следует производить согласно справочному приложению 10.

6.5.3. Расчет полосковых СВЧ элементов следует производить согласно ОСТ4.070.000.

6.6. Выбор формы пленочных сосредоточенных элементов, полосковых проводников и их размещение на полосковой плате

6.6.1. При разработке эскиза рисунка полосковой платы вычерчивание пленочных элементов в процессе их размещения рекомендуется производить на миллиметровой бумаге в масштабе, удобном для выполнения работы. Рекомендуемые к применению масштабы 10 : 1 и 20 : 1. Допускаются масштабы 30 : 1, 40 : 1 и 60 : 1.

6.6.2. Компоновка рисунка на полосковой плате должна быть максимально плотная, с учетом выбора минимально-возможного размера полосковой платы, при условии обеспечения удобства монтажа и выполнения заданных электрических характеристик.

6.6.3. Исходными данными для размещения пленочных элементов являются:

схемы соединений элементов;

электрические данные и требования;

геометрические размеры пленочных элементов;

конструктивные данные и требования;

основные технологические данные и требования;

материал и размеры основания полосковой платы.

6.6.4. Размещение рисунка полосковой платы рекомендуется начинать с полосковых проводников, определяющих расположение СВЧ переходов. Затем размещают пленочные элементы и контактные площадки в соответствии со схемой соединений элементов.

6.6.5. При размещении полоскового проводника рекомендуется задавать ему форму с минимальным числом изгибов. Изгибы следует применять только в тех случаях, когда без них размещение полоскового проводника на основании невозможно.

Варианты рисунка полосковой платы с количеством изгибов, отличающиеся от требований технического задания, следует согласовывать с разработчиком электрической схемы.

6.6.6. Элементы рисунка полосковой платы, к которым предъявляются повышенные требования по

размерам и качеству выполнения (например, шлейфы, резисторы, катушки индуктивности и т. п.) рекомендуется располагать в средней зоне полосковой платы.

6.6.7. При наличии незанятой площади на полосковой плате, в разработанный вариант рисунка полосковой платы вносят изменения, упрощающие технологию изготовления (например, увеличивают расстояния между элементами, размеры контактных площадок и т. д.).

Рекомендуется переходить на меньший размер полосковой платы, если после размещения всех элементов остается свободной ее значительная часть.

6.7. Оценка качества рисунка полосковой платы

Разработанный рисунок полосковой платы должен удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к полосковому узлу или модулю:

учитывать все технологические требования, необходимые для обеспечения изготовления полосковых плат;

последующий контроль электрических параметров;

обеспечивать возможность контроля электрических параметров элементов рисунка полосковой платы;

обеспечивать нормальную работу полоскового узла при заданных условиях эксплуатации.

По результатам оценки качества разработанного рисунка полосковой платы в него могут быть внесены соответствующие изменения.

6.8. Общие требования по конструированию рисунка полосковой платы (обязательное приложение 1)

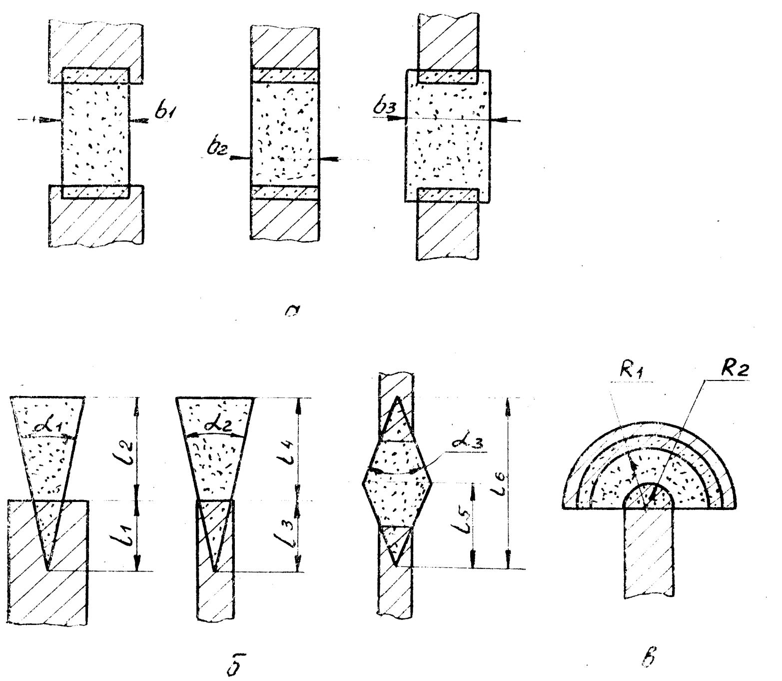
6.8.1. Резисторы, как правило, применяются

с сопротивлением квадрата резистивной пленки 500 Ом/□ для обеспечения режимов питания полосковых узлов схемы по постоянному току и с сопротивлением квадрата резистивной пленки 50 Ом/□ в качестве сосредоточенных и распределенных поглощающих нагрузок.

Характеристики пленочных резисторов приведены в справочном приложении 9 (табл. 2).

6.8.2. Рекомендуемые варианты конструкций пленочных резисторов приведены на черт. 28. Конфигурация резистора определяется его назначением, номиналом, сопротивлением квадрата резистивной пленки R_0 и площадью.

Варианты конструкций пленочных резисторов



b_1, b_2, b_3— ширина резистора

Черт. 28

6.8.3. Пленочные резисторы, изображенные на черт. 28 б, в, выполняются на основе исходных данных (R_0 Ом/□; углы $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$; размеры l_1—l_6 и т. д.), задаваемых разработчиком схемы.

Минимально допустимые размеры пленочных резисторов, зазора между ними и точность выполнения пленочных резисторов (черт. 28а) приведены в табл. 4.

Таблица 4

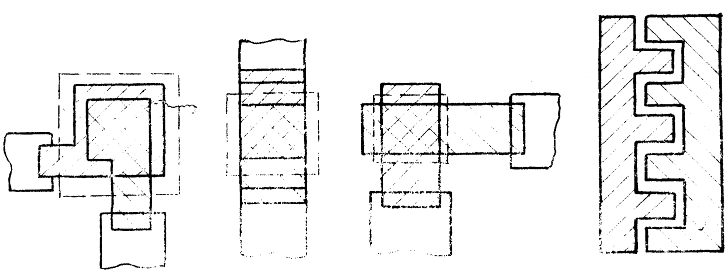
Минимальные размеры резисторов, мкм			Точность изготовления, %	Метод получения рисунка полосковой платы
Ширина	Длина	Величина зазора между резистивными участками		
50	50	80	±7	Фотолитография
200	300	200	±15	Вакуумное напыление через маски
300	300	300	±20	Сеткография с последующей термообработкой
—	—	—	До ±1	Индивидуальная доводка номинала танталовых резисторов

В случае невозможности контроля пленочных резисторов из-за их шунтирования проводниковыми элементами рисунка допускается:

создание в проводниках технологических разрывов длиной не более 0,2 мм, запаиваемых после контрольного измерения величин сопротивления;

на свободном поле полосковой платы вблизи от контролируемых резисторов размещать резисторы «свидетели».

6.8.4. Рекомендуемые варианты конструкций пленочных конденсаторов приведены на черт. 29.



а б

Черт. 29

6.8.5. Точность выполнения пленочных конденсаторов ±15%.

6.8.6. У пленочных конденсаторов (черт. 29, *а*) нижняя обкладка должна выступать не менее чем на 200 мкм за край верхней, а диэлектрик — за край нижней обкладки.

6.8.7. У пленочных конденсаторов (черт. 29, *б*) диэлектрик должен выступать за края площади перекрытия обкладок не менее чем на 200 мкм.

6.8.8. Места соединения контактных участков обкладок конденсаторов с другими элементами необходимо располагать на расстоянии не менее 200 мкм от края диэлектрика.

Для совмещения пленочных элементов, расположенных в разных слоях, должно быть предусмотрено их перекрытие не менее, чем на 200 мкм.

6.8.9. Пленочные конденсаторы с диэлектриком между обкладками (черт. 29, *б*) рекомендуется выполнять для емкости более 5 пФ.

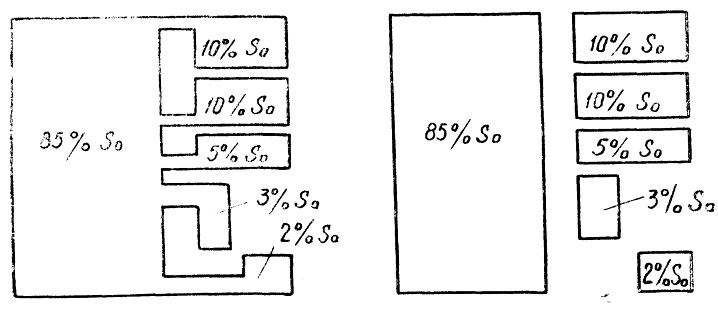
При расчете величины площади перекрытия обкладок конденсатора $S_{расч}$ следует вводить поправку в соответствии с ориентировочным графиком, приведенным в справочном приложении 9 (черт. 1).

6.8.10. Погонную емкость обкладок для оснований полосковых плат с диэлектрической проницаемостью ε, равной 9—10 ориентировочно, рекомендуется определять с помощью графика, приведенного в справочном приложении 9 (черт. 2).

Для оснований полосковых плат с диэлектрической проницаемостью ε, равной 7,25, величина погонной емкости составляет 0,7 от вычисленной в соответствии с графиком, приведенным в справочном приложении 9 (черт. 2).

6.8.11. При конструировании подстраиваемых конденсаторов необходимо предусматривать подгонку номинала либо удалением части верхней обкладки (черт. 30, *а*), либо присоединением перемычкой части верхней обкладки (черт. 30, *б*).

Конструкция верхних обкладок конденсаторов приведена на черт. 30, *а, б*.



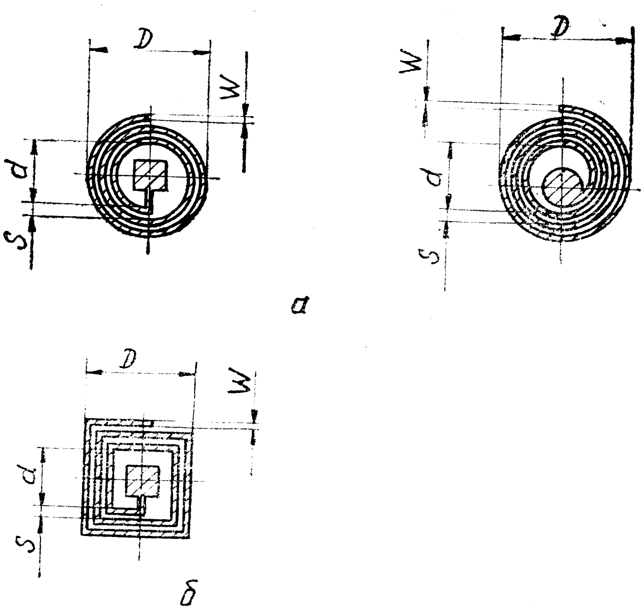
а б

S_0 — расчетная площадь конденсатора

Черт. 30

6.8.12. Основные варианты конструкций пленочных индуктивных элементов приведены на черт. 31, *а, б*.

6.8.13. Минимально допустимая ширина проводников индуктивных элементов (W) и зазоров между проводниками (S—W) в зависимости от технологии изготовления указана в табл. 5.



S, d, D, W — размеры индуктивного элемента

Черт. 31

Таблица 5

мкм

Ширина проводника W	Зазор между проводниками S—W	Метод получения рисунка
60	30	Химическое осаждение с последующей фотолитографией Вакуумное напыление с последующей фотолитографией
150	150	Сеткография с последующей термообработкой

6.8.14. Рекомендуемый внутренний диаметр (сторона квадрата) индуктивных элементов должен быть не менее 1 мм. В технически обоснованных случаях допускается внутренний диаметр выполнять менее 1 мм.

7. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗМЕЩЕНИЮ И УСТАНОВКЕ НАВЕСНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ПОЛОСКОВЫХ ПЛАТАХ

7.1. Перечень навесных элементов, применяемых в полосковых модулях, приведен в справочном приложении 11.

7.2. Настоящий стандарт не ограничивает номенклатуру применяемых навесных элементов.

7.3. При разработке рисунка полосковой платы с применением навесных элементов (резисторов, конденсаторов, диодов, транзисторов и др.) следует руководствоваться требованиями, содержащимися в государственных стандартах или технических условиях на эти навесные элементы.

7.4. Навесные элементы следует размещать с одной или двух сторон полосковой платы в зависимости от конструкции полоскового модуля.

7.5. Варианты установки и закрепления навесных элементов на полосковые платы, разметка полосковых плат и формовка выводов навесных элементов приведены в рекомендуемом приложении 5 (табл. 1).

При применении навесных элементов, не вошедших в рекомендуемое приложение 5 (табл. 1), их установку следует производить с учетом требований государственных стандартов и технических условий на эти элементы и условий эксплуатации полосковых модулей.

7.6. При отсутствии требования на радиус гибки в государственных стандартах или технических условиях для формовки выводов диаметром или толщиной менее 0,5 мм следует принять минимальный внутренний радиус, равный 0,5 мм, а при диаметре или толщине более 0,5 мм следует принять минимальный внутренний радиус, равный толщине или диаметру вывода.

7.7. При выборе варианта крепления выводов навесных элементов должны быть учтены требования, исключающие механические нагрузки в местах соединения выводов в корпусе навесного элемента.

7.8. Корпуса навесных элементов рекомендуется прочно закреплять на полосковой плате с помощью:

пайки к контактным площадкам полосковой платы;

приклеивания к полосковой плате;

дополнительных механических элементов крепления и т. д.

Способ крепления корпуса навесного элемента на полосковой плате следует выбирать, исходя из условий эксплуатации полоскового модуля, массы навесного элемента, конструктивных данных и рекомендаций, указанных в технических условиях и государственных стандартах на элементы.

7.9. Допускается устанавливать нагрузки на полосковую плату путем приклеивания.

7.10. Рекомендуется, как правило, навесные элементы со штырьковыми выводами устанавливать только с одной стороны полосковой платы.

7.11. Допускается навесные элементы с планарными выводами и бескорпусные устанавливать как с одной, так и с двух сторон полосковой платы.

7.12. Навесные элементы со штырьковыми выводами в технически обоснованных случаях допускается устанавливать с использованием изоляционных прокладок, приклеиваемых клеем и лаком по ОСТ4 ГО.029.004 и ОСТ4 ГО.014.002.

7.13. Навесные элементы с планарными выводами допускается устанавливать с использованием клея и лака по ОСТ4 ГО.029.004 и ОСТ4 ГО.014.002.

Для монтажа активных навесных элементов повышенной мощности рекомендуется применять клей

марки ВК-9, обладающий повышенной теплопроводностью.

7.14. Допускается устанавливать навесные элементы с помощью компаундов.

7.15. Навесные элементы рекомендуется располагать при соблюдении допустимого теплового режима.

7.16. Для обеспечения нормального теплового режима допускается устанавливать навесные элементы и микросхемы на металлическое основание (поддон) или на индивидуальные радиаторы.

7.17. Тепловой контакт рекомендуется осуществлять пайкой, сваркой и склеиванием мест соединений, винтовыми и заклепочными соединениями.

7.18. В местах контактирования рекомендуется применять теплопроводные пасты с теплопроводностью не менее 0,5 Вт/(м·К).

7.19. Требования для обеспечения заданного теплового режима по ОСТ 11.073.026—74.

7.20. В конструкциях полосковых модулей рекомендуется использование навесных элементов (конденсаторов и т. п.) одного конструктивного исполнения.

7.21. При размещении навесных элементов, рекомендуется устанавливать их со стороны расположения СВЧ переходов и др. элементов.

7.22. Размещение навесных элементов и микросхем на полосковой плате следует осуществлять с учетом:

минимально допустимых расстояний между навесными элементами и микросхемами;

выбранных вариантов установки навесных элементов и микросхем;

обеспечения минимального количества пересечений проводников;

оптимального использования площади полосковой платы;

исключения возможных паразитных связей между навесными элементами, микросхемами и проводниками.

7.23. При необходимости дополнительного крепления навесных элементов на полосковой плате, детали крепления следует выбирать по ОСТ4 ГО.812.000.

7.24. В технически обоснованных случаях допускается для уменьшения габаритных размеров полоскового модуля, по согласованию с отделом главного технолога предприятия-разработчика, после установки и пайки навесных элементов на полосковой плате откусывать выступающие части штырьковых выводов с другой стороны платы, если откусывание выводов после запайки не предусмотрено в технических условиях на элемент.

7.25. Навесные элементы большой массы, такие как, транзисторы, дроссели и др. на полосковой плате рекомендуется располагать так, чтобы их центры тяжести находились в непосредственной близости от точек крепления полосковой платы.

7.26. Для ограничения уровня вибрации на высоких частотах рекомендуется применение способов конструкционного демпфирования.

7.27. Монтажные отверстия полосковых плат должны располагаться на расстоянии не менее 2,5 мм от края платы.

7.28. Монтажные отверстия на полосковых платах под выводы навесных элементов должны соответствовать требованиям ОСТ4 ГО.710.001.

7.29. Установочные размеры для навесных элементов следует выбирать кратно шагу сетки 1,25 и 2,5 мм.

7.30. Расстояние между корпусом навесного элемента и краем полосковой платы не должно быть менее 1 мм, а между выводом навесного элемента и краем полосковой платы — менее 2 мм.

7.31. Расстояние между корпусами соседних навесных элементов или между корпусами и выводами соседних элементов следует выбирать с учетом условий теплоотвода. Если это расстояние не оговорено в чертеже, оно не должно быть менее 0,5 мм.

7.32. Корпуса навесных элементов рекомендуется располагать параллельно или взаимно перпендикулярно друг другу. Предпочтительным является рядовое расположение навесных элементов.

Расстояние между корпусами соседних навесных элементов должно быть не менее 1 мм.

7.33. Расстояние между осями монтажных отверстий для выводов соседних навесных элементов или осями монтажных отверстий для выводов и корпусами соседних навесных элементов не должно быть менее 2,5 мм.

7.34. Пленочные проводники, расположенные на полосковой плате под корпусами навесных элементов, должны быть изолированы. Нанесение эпоксидных масок по ОСТ4 ГО.054.058.

7.35. При невозможности использования деталей крепления по ОСТ4 ГО.812.000 допускается применение оригинальных конструкций.

7.36. При необходимости установки и крепления элементов на полосковые платы рекомендуется предусмотреть:

расположение вне влияния магнитных полей навесных элементов, критичных к магнитным полям;

возможность доступа к подборочным и регулируемым элементам схемы для замены или для регулировки их при настройке;

установку микросхем и микросборок. При установке микросхем с планарными выводами допускается применение клея;

возможность доступа к микросхеме и микросборке и замена их;

необходимость теплоотвода у элементов, выделяющих большое количество тепла.

7.37. При отсутствии в государственных стандартах или технических условиях указаний о расстояниях до места изгиба при одноразовой гибке или до места пайки выводов элементов стандартом приняты следующие расстояния от корпуса элемента:

до оси изогнутого (до 90°) вывода не менее 2,0 мм;

до места пайки не менее 2,5 мм.

7.38. При необходимости, по согласованию с отделом главного технолога предприятия-разработчика

аппаратуры, могут быть изменены размеры контактных площадок на полосковой плате в сторону уменьшения.

7.39. Допускается использование вариантов разметки полосковых плат, отличных от приведенных в рекомендуемом приложении 5 (табл. 1), при условии обеспечения установочных размеров, разрешенных данным стандартом.

7.40. Сборка, монтаж и присоединение бескорпусных микросхем и других бескорпусных навесных элементов на полосковые платы должны производиться в соответствии с требованиями ОСТ4 ГО.054.113 и ОСТ4 ГО.054.068 и техническими условиями на изделия.

7.41. В необходимых случаях допускается установку бескорпусных микросхем и других бескорпусных навесных элементов на полосковые платы производить в соответствии с техническими условиями и ОСТ4 ГО.010.043.

7.42. Сборка и монтаж корпусных микросхем и микросборок на полосковые платы должны производиться в соответствии с требованиями технических условий на микросхемы, ОСТ4 ГО.054.087 и ОСТ4 ГО.054.088.

7.43. В технически обоснованных случаях допускается отступление от настоящего стандарта при условии соблюдения требований государственных стандартов или технических условий на навесные элементы.

8. ЭЛЕМЕНТЫ СВЧ СОЕДИНИТЕЛЕЙ, НИЗКОЧАСТОТНЫХ ВЫВОДОВ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

8.1. Элементы СВЧ соединителей и низкочастотных выводов

8.1.1. СВЧ соединители, как правило, состоят из СВЧ переходов.

8.1.2. СВЧ переходы делятся на СВЧ переходы для соединения модулей с коаксиальными или волноводными трактами и СВЧ переходы для внутримодульного соединения.

СВЧ переходы для соединения с коаксиальными или волноводными трактами могут быть: коаксиально-полосковые переходы (КПП), коаксиально-волноводно-полосковые переходы (КВПП), волноводно-полосковые переходы (ВПП).

Для внутримодульных электрических соединений рекомендуется применять малогабаритные СВЧ переходы и низкочастотные выводы.

8.1.3. Типы СВЧ переходов с волновым сопротивлением коаксиала 50 Ом и их основные характеристики приведены в табл. 6.

Допускается применение коаксиально-волноводно-полосковых переходов с сечением волноводов, отличных от указанных в табл. 6.

Таблица 6

Тип СВЧ перехода (соединения)	Сечение СВЧ перехода	Рабочий диапазон частот*, ГГц	Примечание
КПП	3,5/1,52	26	Предпочтительное применение для малогабаритных устройств
КПП	7/3,04	18	—
КПП	16/6,95	7,5	—
КПП	20/8,7	3,0	—
КВПП	$\frac{23\times10}{3,5/1,52}$	8,15—12,05	Предпочтительное применение для малогабаритных устройств
КВПП	$\frac{23\times10}{7/3,04}$	8,15—12,05	—
КВПП	$\frac{16\times8}{7/3,04}$	12,05—17,44	—
КВПП	$\frac{16\times8}{3,5/1,52}$	12,05—17,44	Предпочтительное применение для малогабаритных устройств

* Рабочий диапазон частот приведен для справок.

8.1.4. Элементы присоединения СВЧ переходов для электронных измерительных приборов СВЧ диапазона следует выбирать по ГОСТ 13317—73.

8.1.5. Элементы присоединения СВЧ переходов для СВЧ приборов общего применения следует выбирать по ГОСТ 20265—74.

8.1.6. Допускается безразъемное соединение рисунка полосковой платы с коаксиальным кабелем (см. черт. 7).

8.1.7. При выборе СВЧ переходов и низкочастотных выводов, применяемых в аппаратуре, следует учитывать:

надежность электрических соединений;

условия эксплуатации;

рациональную компоновку с полосковыми платами и узлами;

малые габаритные размеры и массу.

8.1.8. Предусматриваются герметичные и негерметичные варианты конструкций СВЧ переходов.

8.1.9. Рекомендуются к применению СВЧ переходы с гнездовым и со штырьковым соединительным концом центрального проводника.

8.1.10. СВЧ переходы рекомендуется выполнять с фторопластовым или со стеклянным изоляторами.

8.1.11. Основные характеристики изоляционных материалов, применяемых при конструировании

СВЧ переходов и низкочастотных выводов, приведены в табл. 7.

Таблица 7

Наименование материала	Марка	Плотность, г/см³	Диэлектрическая проницаемость		Коэффициент термического линейного расширения 10^{-6}, $\frac{1}{град}$	Коэффициент теплопроводности, 10^{-2}, $\frac{кал}{см \cdot с \cdot град}$
			ε	Частота, Гц		
Стекло	С48-2	2,13	7,1	10^6	4,8	0,30
Стекло	С52-1	2,29	8,4	10^6	4,9	0,20
Пресс-материал	АГ-4В	1,90	8,0	10^6	10,0—12,0	0,66
Фторопласт-4	—	2,30	2,1	10^{10}	55,0—100,0	0,03

8.1.12. При конструировании СВЧ гермопереходов рекомендуются следующие сочетания материалов, приведенные в табл. 8.

Таблица 8

Марка материала выводов	29НК	47НКД, 38НД
Марка материала диэлектриков	С-48, С-52	С-72

8.1.13. СВЧ переходы и низкочастотные выводы впаиваются в корпус полоскового модуля по периметру в заранее установленных посадочных местах.

Допуски на размеры до расположения центров посадочных мест СВЧ переходов ±0,1 мм, до расположения низкочастотных выводов ±0,2 мм.

8.1.14. Соединение внутреннего коаксиального проводника с полосковым проводником на плате осуществляется плоской перемычкой.

8.1.15. Электрический монтаж между узлами и элементами следует осуществлять с помощью перемычек, соединительных полосковых плат, разъемов, СВЧ переходов, низкочастотных выводов и монтажных проводов.

8.1.16. Марка и типоразмеры высокочастотных кабелей рекомендуется выбирать, исходя из электрической схемы и условий эксплуатации аппаратуры.

Основные данные гибких коаксиальных радиочастотных кабелей приведены в таблице рекомендуемого приложения 6.

8.1.17. Вариант конструкции вилки, розетки врубного СВЧ соединителя приведен в рекомендуемом приложении 6 (черт. 1, 2).

8.1.18. Вариант конструкции низкочастотного гермовывода приведен в рекомендуемом приложении 6 (черт. 3).

8.1.19. Рекомендуются к применению соединители низкочастотные цилиндрические СНЦ13 и СНЦ42 с ответной частью СНЦ13.

8.1.20. Варианты конструкции СВЧ переходов приведены в рекомендуемом приложении 6 (черт. 4, 5).

8.1.21. Варианты перпендикулярного соединения СВЧ перехода приведены в рекомендуемом приложении 6 (черт. 6).

8.1.22. СВЧ переходы (для СПЛ) с вариантами соединительного конца внутреннего проводника приведены в рекомендуемом приложении 6 (черт. 7).

8.2. Элементы электрических соединений

8.2.1. Выбор элементов электрических соединений осуществляется в зависимости от конструктивно-технологических и эксплуатационных требований, предъявляемых к полосковому модулю.

8.2.2. Электрические соединения элементов в полосковом модуле выполняются с помощью соединительных полосковых плат, переходных контактов, плоских и круглых перемычек и монтажных проводов.

8.2.3. Электрическое соединение между полосковыми платами рекомендуется выполнять плоскими перемычками и переходными контактами.

8.2.4. Соединение полосковых проводников на плате, при необходимости, следует осуществлять пайкой или сваркой плоских или круглых перемычек. Смещение перемычек относительно полоскового проводника не должно быть более 15% от ширины полоскового проводника.

Ширина полосковой перемычки не должна отличаться от ширины полоскового проводника более чем на 10%, толщина не должна быть менее 0,015 мм. Диаметр круглой перемычки рекомендуется выбирать от 0,4 до 1,0 мм.

Допускается, при необходимости, применение перемычек по ширине менее полоскового проводника.

8.2.5. Соединительные проводники между полосковыми платами и внешними выводами должны быть короткими, но иметь необходимый прогиб для компенсации терморасширений. При необходимости применения длинных проводников, они должны быть закреплены для предотвращения смещения.

8.2.6. В случае отсутствия металлизированных отверстий, соединение контактных площадок с экранной поверхностью через отверстие в полосковой плате следует осуществлять пайкой плоских или круглых перемычек (черт. 32).

Для выполнения плоских и круглых перемычек рекомендуется применять материалы, луженые припоями или покрытые серебром.

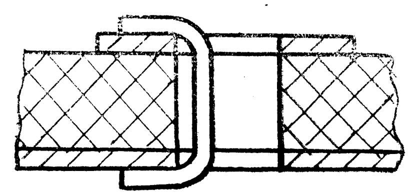
Диаметр круглых перемычек рекомендуется от 0,4 до 1,0 мм. Толщина плоских перемычек рекомендуется от 0,015 до 0,050 мм, ширина от 0,4 до 1,0 мм.

8.2.7. В случае отсутствия металлизированных торцов полосковой платы, соединение рисунка полосковой платы с экранной поверхностью полосковой платы через торец следует осуществлять пайкой плоских перемычек, которые рекомендуется располагать на стороне платы, прилегающей к стенке корпуса (черт. 33).

Рекомендуемая толщина плоских перемычек от 0,015 до 0,050 мм, ширина перемычек не должна быть более 8 мм (определяется шириной заземляемой контактной площадки).

При большой ширине заземляемого проводника допускается установка нескольких плоских перемычек.

Соединение контактных площадок
с экраном через отверстие в плате

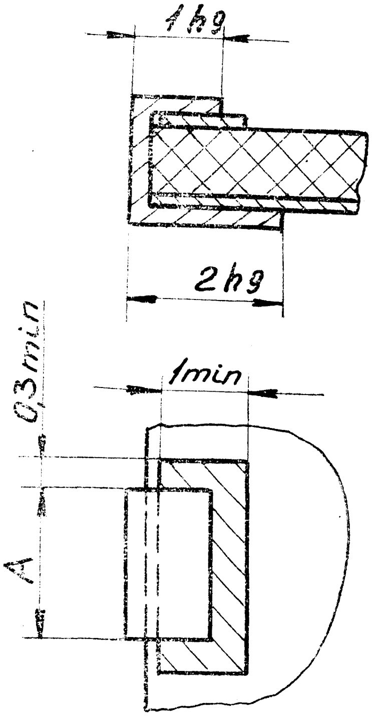


Черт. 32

Соединение контактных площадок
с экраном через торец платы

8.2.8. В корпусе или поддоне для установки перемычек следует выполнять окна или выборки.

8.2.9. Для обеспечения требований надежности электрических соединений, малых габаритных размеров и массы рекомендуется применять соединительные платы и переходные контакты.



Рекомендуемый ряд размеров А, мм:
2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30

Черт. 33

8.2.10. В необходимых случаях допускается применение плоских кабелей.

8.2.11. Электрический монтаж полосковых модулей, выполненный с применением кабельных изделий, должен соответствовать требованиям НО.010.001, ОСТ4 ГО.010.016, ОСТ4 ГО.054.085 и ОСТ4 ГО.054.086.

8.2.12. Со стороны экранной поверхности полосковой платы отверстия и пазы диаметром или размером свыше 8 мм рекомендуется закрывать плоской перемычкой из медной фольги толщиной от 0,015 до 0,050 мм, припаиваемой к экранной поверхности полосковой платы. Припой следует выбирать в рекомендуемом приложении 3 (табл. 2).

8.2.13. Провода, рекомендуемые к применению, приведены в табл. 9.

Монтажные провода следует закреплять по возможности ближе от места электрического присоединения.

Таблица 9

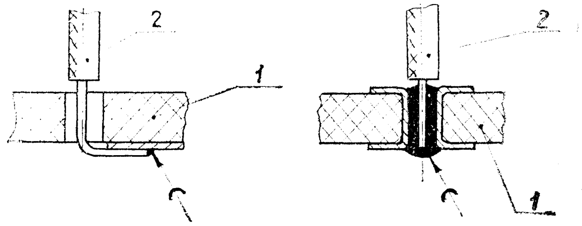
Провода, рекомендуемые к применению

Марка провода	Номинальное сечение жилы, мм²	Максимальный наружный диаметр, мм	ГОСТ, ТУ
МГШД	0,05	0,70	ГОСТ 10349—75
	0,08	0,80	
	0,12	0,90	
МГШДЮП	0,20	1,30	
МГТФ*	0,07	0,75	ТУ16-505.185—71
	0,14	0,90	
МГТФЭ*	0,07	1,30	ТУ16-505.185—71
	0,14	1,60	
	0,20	—	
МГШВ*	0,14	1,40	ТУ16-505.437—73
	0,20	1,60	
	0,35	1,90	
МГШВЭ*	0,14	2,00	
	0,20	2,20	
	0,35	2,50	
МПМУ	0,12	1,00	ТУ16-505.495—73
ГФ*	0,12	1,10	ТУ16-505.191—71
ГФМ-100*	0,08	0,90	ТУ16-505.195—71
	0,20	1,20	
ГФ-100М*	0,03	0,45	ТУ16-505.759—75

* Остродефицитные провода, требующие согласования в установленном порядке.

8.2.14. Вариант соединения провода с рисунком полосковой платы через металлизированное отверстие приведен на черт. 34.

Вариант соединения монтажного провода с рисунком полосковой платы через металлизированное отверстие



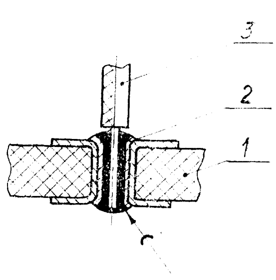
1 — полосковая плата; *2* — провод монтажный

Черт. 34

8.2.15. Монтажный провод не должен выступать над поверхностью полосковой платы более чем на 1,6 мм.

8.2.16. Варианты соединения монтажного провода с рисунком полосковой платы с помощью переходных заклепок или монтажных лепестков по ОСТ4 ГО.812.000 приведены на черт. 35, 36.

Вариант соединения монтажного провода с рисунком полосковой платы с помощью переходной заклепки

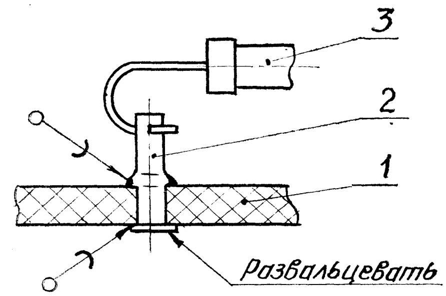


1 — полосковая плата: *2* — заклепка; *3* — провод

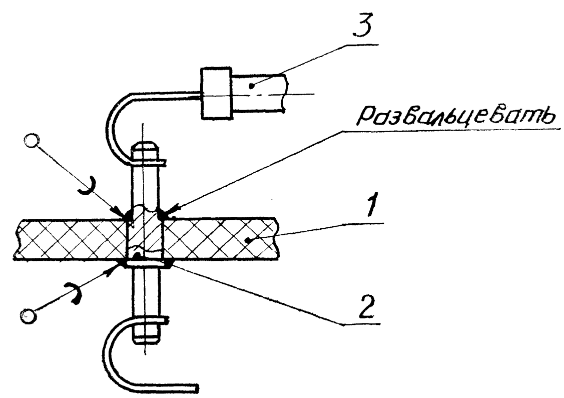
Черт. 35

Вариант соединения монтажного провода с рисунком полосковой платы с помощью монтажного лепестка

Вариант 1



Вариант 2



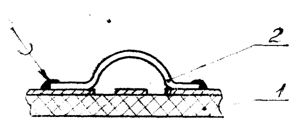
1 — плата полосковая; *2* — лепесток; *3* — провод

Черт. 36

8.2.17. В необходимых случаях для присоединения проводов с сечением менее 0,14 мм^2 допускается применение кабельных наконечников по ГОСТ 22002.0—76—ГОСТ 22002.14—76.

8.2.18. Вариант установки круглой перемычки приведен на черт. 37.

Вариант установки круглой перемычки



1 — плата полосковая;
2 — перемычка круглая

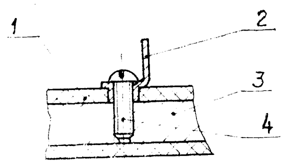
Черт. 37

8.2.19. Вариант установки монтажного лепестка приведен на черт. 38.

8.2.20. Вариант соединения рисунка полосковой платы и корпуса с помощью плоской перемычки приведен на черт. 39.

8.2.21. Варианты присоединения внутреннего коаксиального проводника СВЧ перехода и проводника рисунка полосковой платы с помощью плоской перемычки приведены в рекомендуемом приложении 6 (черт. 8).

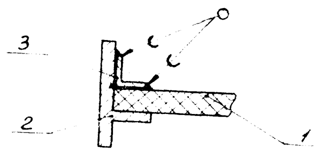
Вариант установки монтажного лепестка



1 — плата полосковая; *2* — лепесток; *3* — основание корпуса; *4* — винт

Черт. 38

Вариант соединения рисунка полосковой платы и корпуса с помощью плоской перемычки



1 — плата полосковая; *2* — основание корпуса; *3* — перемычка плоская

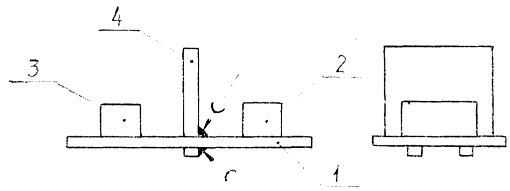
Черт. 39

9. ЭКРАНИРОВАНИЕ ПОЛОСКОВЫХ МОДУЛЕЙ

9.1. Экранирование элементов полосковых модулей и самих модулей производится для защиты от внешних электромагнитных и электростатических полей.

9.2. Предусматривается, при необходимости, экранирование внутри модуля групп полосковых и (или) навесных элементов. При этом необходимо предусмотреть надежное контактирование экрана с заземляющим полем полосковой платы (черт. 40).

Вариант экранирования навесных элементов



1 — плата полосковая; *2* — элемент экранируемый; *3* — элемент полосковый или навесной; *4* — экран

Черт. 40

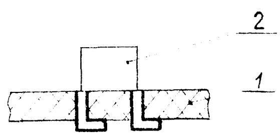
9.3. Экранирование в полосковом модуле рекомендуется осуществлять, как правило, с помощью металлических экранов.

Допускается для экранов применять фольгированный диэлектрик и другие материалы.

9.4. Материалы и толщину экранов для защиты от электромагнитных полей рекомендуется выбирать в зависимости от частоты электромагнитного поля. Для защиты от постоянных и медленно изменяющихся электромагнитных полей рекомендуется применять экран из материалов с высокой магнитной проницаемостью.

9.5. Вариант установки и закрепления экрана на полосковой плате приведен на черт. 41.

Вариант установки и закрепления экрана



1 — плата полосковая; *2* — экран

Черт. 41

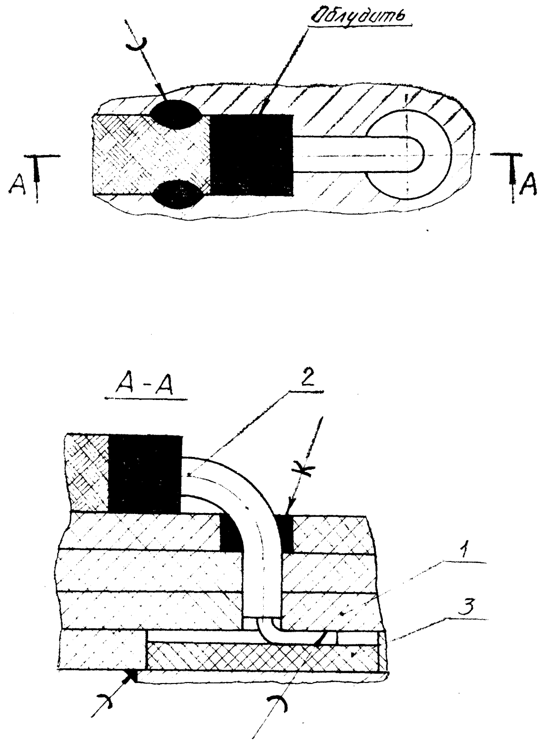
9.6. При необходимости рекомендуется осуществлять экранирование входных цепей полосковых модулей.

9.7. Для помехонесущих цепей рекомендуется использовать отдельные экранированные провода и кабели.

9.8. Разделка экранированных проводов и кабелей, опайка экранов производится в соответствии с ОСТ4 ГО.010.016.

9.9. Вариант установки низкочастотного экранированного провода приведен на черт. 42.

Вариант установки низкочастотного экранированного провода



1 — плата полосковая; *2* — провод низкочастотный экранированный; *3* — заглушка

Черт. 42

10. ГЕРМЕТИЗАЦИЯ ПОЛОСКОВЫХ МОДУЛЕЙ

10.1. Выбор способа герметизации определяется требованиями, предъявляемыми к полосковым модулям в зависимости от конструктивно-технологических особенностей и условий эксплуатации.

10.2. Герметизация полосковых модулей обеспечивается, как правило, герметизацией их корпусов, внешних СВЧ переходов и низкочастотных выводов.

10.3. Герметизация полосковых модулей осуществляется способами, приведенными в табл. 10.

Материалы, применяемые для герметизации полосковых модулей, приведены в рекомендуемом приложении 3 (табл. 1).

Таблица 10

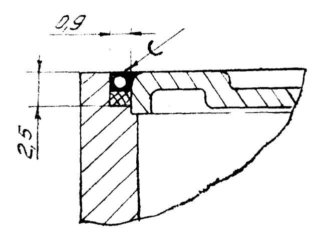
Способ герметизации	Рекомендуемый показатель герметичности, л·мкм/с, не ниже	Примечание
Паяное соединение	$5\cdot10^{-4}$	Основания корпуса с крышкой, СВЧ переходами, низкочастотными выводами и кожухом
Сварное соединение		Основания корпуса с крышкой, СВЧ переходами, низкочастотными выводами и кожухом
Компаундами и лаками	$2\cdot10^{-3}$	—
Уплотнительными прокладками		

10.4. Размеры конструктивных элементов для герметизации выбираются в зависимости от конструктивно-технологических требований к полосковому модулю и условий их эксплуатации.

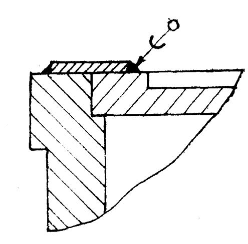
Варианты выполнения конструктивных элементов для герметизации корпуса полоскового модуля паяным соединением приведены на черт. 43.

Варианты выполнения конструктивных элементов для герметизации корпуса полоскового модуля паяным соединением

Вариант 1



Вариант 2



Черт. 43

10.5. К паяному соединению предъявляются следующие требования:

для исключения перегрева полоскового модуля в момент пайки, следует паяный шов располагать на достаточном расстоянии от полосковой платы и СВЧ перехода, и при необходимости, предусмотреть теплоотводящую канавку вблизи паяного соединения в элементах конструкции корпуса, таких, как основание корпуса, крышка и других.

Для обеспечения возможности разборки полоскового модуля применяются термостойкая резиновая прокладка типа ИРП и стальная или латунная луженая проволока диаметром от 0,63 до 0,80 мм.

Концы проволоки рекомендуется выводить из зоны соединения через паз в основании корпуса или в крышке.

10.6. Припои и флюсы выбирать в соответствии с ОСТ4 ГО.033.000.

10.7. Пайку модулей рекомендуется производить в среде инертного газа.

10.8 Для заполнения полоскового модуля инертным газом на стенке корпуса полоскового модуля следует устанавливать луженую трубку из латуни или меди.

Рекомендуемый наружный диаметр трубки от 3 до 5 мм.

После создания во внутреннем объеме герметичных полосковых модулей вакуума необходимо заполнить их инертным газом под давлением (избыточным) через трубку в соответствии с требованиями технического задания на полосковый модуль.

Внутренний диаметр трубки выбирается в зависимости от герметизирующего объема полоскового модуля.

10.9. Герметизация полосковых модулей, выполняемых в корпусах рамочного, коробчатого и пенального типов, обеспечивается пайкой по контуру к основанию корпуса.

10.10. Герметизацию полосковых модулей в штампованном корпусе следует производить электродуговой сваркой по контуру стыка сплошным швом:

пенального типа — кожуха с основанием корпуса;

рамочного типа — основания корпуса с крышкой.

10.11. При конструировании полосковых модулей, герметизируемых сваркой, рекомендуется руководствоваться: ОСТ4 ГО.050.015, ОСТ4 ГО.054.059 и ОСТ4 ГО.054.108.

Рекомендуются следующие материалы соединяемых деталей:

титановый сплав ВТ1-0—титановый сплав ВТ1-0;
сплав 29 НК — сплав 29 НК;
сплав 29 НК — сталь 12Х18Н10Т.

Минимальное расстояние от свариваемых кромок до металлостеклянного слоя 2,5 мм.

Оптимальная толщина одной кромки свариваемых деталей 0,3—0,5 мм.

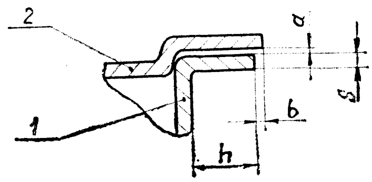
Рекомендуемая разность толщин свариваемых деталей не более 0,15 мм.

10.12. Нанесение лакокрасочных покрытий следует производить по ОСТ4 ГО.054.205.

10.13. Вариант выполнения конструктивных элементов для герметизации корпуса полоскового модуля электродуговой сваркой по контуру стыка приведен на черт. 44.

Размеры конструктивных элементов приведены в табл. 11.

Вариант выполнения конструктивных элементов для герметизации корпуса полоскового модуля сварным соединением



1 — основание корпуса: *2*— крышка

Черт. 44

Таблица 11

мм

S	a	b	h
До 0,3	От 0 до 0,2S	От 0 до 0,3S	От 1 до 1,5S
Св. 0,3	От 0 до 0,4S	От 0 до 0,5S	От 1,5 до 3,0S

11. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ

11.1. Чертежи на полосковые модули следует выполнять в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД и настоящего стандарта.

11.2. Оформление электрической принципиальной схемы.

11.2.1. Электрическая принципиальная схема должна оформляться в целом на полосковый модуль, а не на отдельную плату с указанием СВЧ переходов и низкочастотных выводов.

11.2.2. В перечне элементов схемы для всех элементов, получаемых в пленочном исполнении на полосковой плате, указываются номинальные значения основных электрических параметров с допускаемыми отклонениями.

11.3. Оформление сборочного чертежа полоскового модуля.

11.3.1. На сборочном чертеже полоскового модуля должна быть показана механическая сборка и электрический монтаж.

11.3.2. Пример оформления сборочного чертежа полоскового модуля приведен в рекомендуемом приложении 7 (черт. 1, 2).

Полосковый модуль СПЛ, приведенный на черт. 1, состоит из следующих деталей:

1 — СВЧ переход; *2, 3* — плата полосковая; *4, 5* — обкладка; *6, 10, 11, 12* — элемент крепления; *7* — колпачок; *8, 9* — прокладка; *13* — фиксатор установочный.

Полосковый модуль НПЛ, приведенный на черт. 2, состоит из следующих деталей:

1, 2, 3 — СВЧ переход; *4* — вывод низкочастотный; *5* — плата полосковая; *6* — основание корпуса; *7* — крышка; *8* — трубка; *9* — прокладка герметизирующая; *10* — проволока; *11* — перемычка плоская; *12* — поддон; *13* — проводник.

11.4. Оформление чертежа полосковой платы (микроплаты).

11.4.1. Оформление чертежа полосковой платы (микроплаты) следует производить в соответствии с требованиями ОСТ4 ГО.710.001 и настоящего стандарта.

11.4.2. На чертеже платы должны быть показаны полностью топологический рисунок полосковой платы, а также, при наличии слоев, чертежи на послойные рисунки, требующие применения разных фотошаблонов.

Пример оформления чертежа полосковой платы приведен в рекомендуемом приложении 7 (черт. 3—7).

Сборочная единица, приведенная на черт. 3 состоит из следующих деталей:

1—основание полосковой платы; *2, 3* — конденсатор;

4 — транзистор; *5, 6, 7, 8* — перемычка плоская.

На черт. 4 приведен топологический чертеж полосковой платы.

На черт. 5, 6, 7 приведены слои рисунка полосковой платы.

11.5. Оформление чертежа на корпус.

11.5.1. Оформление чертежей на корпус производить в соответствии с требованиями ОСТ4.070.009

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Обязательное

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО КОНСТРУИРОВАНИЮ РИСУНКА ПОЛОСКОВОЙ ПЛАТЫ

1. Выбор основных норм, требований по конструированию рисунка полосковой платы производить по ОСТ4 ГО.710.001 и настоящим требованиям.

2. Рекомендуемая величина допускаемого отклонения толщины пленочного проводящего слоя приведена в табл. 1.

Таблица 1

Рекомендуемая величина допускаемого отклонения

Толщина пленочного проводящего слоя, мкм	Допускаемое отклонение, мкм	Метод получения пленочного проводящего слоя	Частота, ГГц
4	±2	Вакуумное напыление Химическое осаждение	Св. 8
6		Вакуумное напыление Химическое осаждение	От 2 до 8
9	±3	Вакуумное напыление Химическое осаждение	От 1 до 3
12		Вакуумное напыление Химическое осаждение	До 1
20	±10	Сеткография с последующей термообработкой	

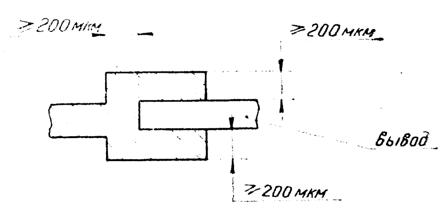
3. Рекомендуемое волновое сопротивление входа и выхода полосковых узлов — 50 Ом.

4. Максимальная плотность постоянного тока в полосковых проводниках на основаниях из ситалла 30 $А/мм^2$, на основаниях из поликора 200 $А_2мм^2$.

5. В технически обоснованных случаях по согласованию с разработчиком электрической схемы допускается размещение проводников питания под корпусами или выводами навесных элементов при условии нанесения на участок проводника диэлектрического слоя: клея или лака.

6. Размеры контактной площадки или участка полоскового проводника, предназначенных для присоединения вывода навесного элемента или перемычки должны превышать размеры контактной части вывода или перемычки на 200 мкм, как указано на черт. 1.

Контактная площадка для присоединения вывода навесного элемента



Черт. 1

Площадь контактной площадки для присоединения выводов нескольких навесных элементов, имеющих электрический контакт, не должна быть менее суммы минимально-допустимых размеров

контактных площадок под выводы отдельных элементов.

Расстояние между контактными площадками для присоединения навесных элементов и низкочастотных выводов не должно быть менее 300 мкм.

Для присоединения выводов навесных элементов, имеющих общий электрический контакт, контактные площадки рекомендуется выполнять согласно черт. 2.

Контактные площадки для присоединения выводов навесных элементов, имеющих электрический контакт



Черт. 2

7. Необходимость металлизации торцов плат, кроме выхода низкочастотных выводов и СВЧ переходов, должна быть указана в техническом задании.

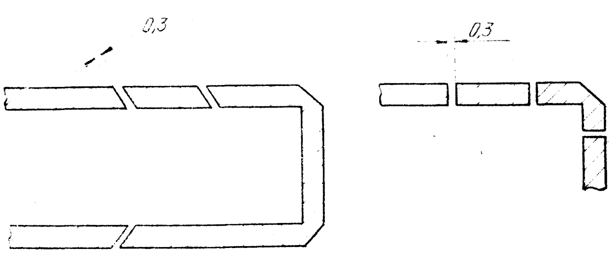
8. Изоляционный слой над центральным выводом пленочного индуктивного элемента должен выступать за край пленочной перемычки не менее чем на 400 мкм.

9. На стадии эскизного проектирования допускается предусматривать возможность изменения длины отрезков полосковых проводников для получения требуемых параметров полосковых узлов.

Рекомендуемая конфигурация полоскового проводника при подстройке приведена на черт. 3.

Требуемая длина шлейфа полоскового проводника устанавливается с помощью перемычек, припаиваемых к отрезкам полосковых проводников, перекрывающих разрывы.

Конфигурация полосковых проводников при подстройке их длины



Черт. 3

10. К тонкопленочному рисунку полосковой платы, выполняемому методом вакуумного напыления с последующей фотолитографией предъявляются следующие конструктивные требования

10.1. Пленочные элементы — полосковые проводники, резисторы, конденсаторы, индуктивности следует располагать на расстоянии не менее 2 мм от торцов полосковой платы.

В отдельных технически обоснованных случаях (схема типа фильтр «гребенка в гребенку», схема вибраторов при стыковке плат и т. д.) допускается расположение полосковых проводников на расстоянии не менее 0,2 мм от торцов платы, или с переходом через торец на экранную поверхность.

10.2. Минимально допустимые размеры для полосковых проводников длиной не более 40 мм:

ширина полосковых проводников, мкм . .	70
величина зазоров между ними, мкм	50
предельные отклонения, мкм	±20.

В технически обоснованных случаях, при обеспечении технологией изготовления, разрешается выполнение размеров меньше допустимых.

10.3. Минимально допустимые размеры контактных площадок, мкм:

для пайки	500×500;
для сварки	300×300;
для контроля пленочных элементов	300×300.

10.4. Для защитных покрытий проводниковых элементов, выполненных методами вакуумного напыления и фотолитографии, следует применять оловянное покрытие Хим. 0, золотое Зл3, химическое золочение с подслоем никеля Хим.Н3.Зл3, серебряное Ср3 и олово-висмут О-Ви (99,7)6.

Покрытие следует назначать в соответствии с техническим заданием.

11. Конструктивные требования к рисунку полосковой платы, выполняемому методом сеткографии с последующей термообработкой.

11.1. Контактные площадки следует располагать на расстоянии не менее 0,3 мм от торцов платы.

11.2. Минимально допустимая ширина полосковых проводников и величина зазоров между ними 150 мкм.

11.3. Минимально допустимые размеры пленочных резисторов, мкм:

длина	800;
ширина	300;
расстояние между резисторами	300.

11.4. Соотношение длины и ширины пленочных резисторов не должно быть менее 0,35.

11.5. Точность изготовления пленочных резисторов с индивидуальной доводкой номиналов резисторов составит ±2%. При проектировании резисторов с подгонкой номинала до ±2%, расчетный номинал должен быть на 15% ниже требуемого.

11.6. У пленочных конденсаторов (см. четр. 29, *а* настоящего стандарта) нижняя обкладка за край верхней, а диэлектрик за край нижней обкладки должны выступать не менее чем на 300 мкм.

У пленочных конденсаторов (см. черт. 29, *б* настоящего стандарта) диэлектрик должен выступать

за края площади перекрытия обкладок конденсатора не менее чем на 300 мкм.

Места соединений контактных участков обкладок конденсаторов с другими элементами необходимо располагать на расстоянии не менее 300 мкм от края диэлектрика.

11.7. Для совмещения пленочных элементов, находящихся в различных слоях, должно быть предусмотрено их перекрытие не менее чем на 300 мкм.

11.8. Для лужения полосковых проводников и контактных площадок, изготовленных методом сеткографии с последующей термообработкой, применяются пасты 3001, 3002, 3003.

12. При расположении полосковых плат в негерметизированных корпусах разрешается производить дополнительную защиту лаками по ОСТ4 ГО.014.002 при условии обеспечения заданных параметров.

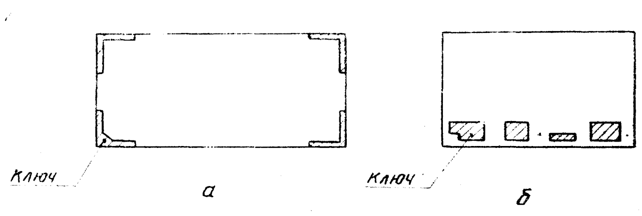
13. При разработке рисунка полосковой платы следует учитывать требования ОСТ4 ГО.054.008.

14. При необходимости совмещения рисунка с использованием нескольких фотошаблонов на полосковую плату наносятся реперные знаки.

Для выполнения каждого слоя рисунка полосковой платы необходимо иметь от двух (по диагонали) до четырех реперных знаков, расположенных по свободным углам контура основания полосковой платы, на границе рисунка с одной стороны полосковой платы.

Форма реперных знаков не регламентируется. Рекомендуемая форма реперных знаков — уголки с длиной стороны не менее 1 мм при ширине не менее 0,2 мм (черт. 4, *а*). Левый нижний реперный знак, определяющий базовый угол, является ключом полосковой платы. Рекомендуемая конфигурация ключа показана на черт. 4, *а*.

Рисунок реперных знаков слоев

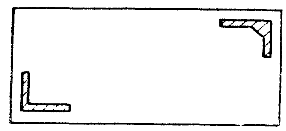


Черт. 4

Допускается располагать реперные знаки на фотооригинале слоев по углам вне контура, ограничивающего габариты основания полосковой платы. В этом случае ключом платы должна быть левая нижняя контактная площадка (черт. 4, *б*), для платы с резисторами и конденсаторами — левый нижний реперный знак (черт. 5). Для совмещения слоев рисунка полосковой платы в каждом слое необходимо предусмотреть дополнительные реперные знаки, которые располагаются по диагонали или вдоль любой стороны на свободных местах платы вблизи ее угла.

Рекомендуемая форма реперных знаков — уголки с длиной стороны не менее 1 мм при ширине не менее 0,1 мм (черт. 5).

Рисунок реперных знаков для совмещения слоев



Черт. 5

Если полосковые платы изготавливаются с мультиплицированным рисунком и в последующем разрезаются, реперный знак можно располагать в любом месте чертежа.

15. Требования к изготовлению оригинала, фотошаблонов по ОСТ4 ГО.054.008.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Рекомендуемое

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ПОЛОСКОВЫХ МОДУЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Функциональная характеристика	Условное обозначение
Аттенюаторы	АТ
Генераторы гармонических сигналов автоколебательные	ГА
Генераторы гармонических сигналов кварцевые	ГК
Генераторы линейно-измеряющихся сигналов	ГЛ
Генераторы прямоугольных сигналов (мультивибраторы, блонкинг-генераторы и др.)	ГГ
Генераторы сигналов специальной формы	ГФ
Генераторы шума	ГМ
Генераторы прочие	ГП
Детекторы амплитудные	ДА
Детекторы импульсные	ДИ
Детекторы фазовые	ДФ
Детекторы частотные	ДС
Детекторы прочие	ДП
Измерительное устройство	ИУ

Продолжение

Функциональная характеристика	Условное обозначение
Когераторы	КГ
Коммутаторы и ключи напряжения	КН
Коммутаторы и ключи тока	КТ
Коммутаторы и ключи прочие	КП
Контрольное устройство	КУ
Модуляторы амплитудные	МА
Модуляторы, демодуляторы	МД
Модуляторы импульсные	МИ
Модуляторы ОБП	МБ
Модуляторы фазовые	МФ
Модуляторы частотные	МС
Модуляторы прочие	МП
Наборы элементов. Сборки. Диодов	НД
Наборы элементов. Конденсаторов	НЕ
Наборы элементов. Комбинированные	НК
Наборы элементов. Резисторов	НР
Наборы элементов. Транзисторов	НТ
Нагрузки активные СВЧ	НА
Направленные ответвители	НВ
Передающее устройство	ДТ
Переключатели на диодах	КД
Приемное устройство (тракт)	ПТ
Преобразователи аналог-код	ПВ
Преобразователи длительности	ПД
Преобразователи код-аналог	ПА
Преобразователи код-код	ПР
Преобразователи мощности	ПМ
Преобразователи напряжения	ПН
Преобразователи фазы	ПФ
Преобразователи частоты	ПС
Преобразователи прочие	ПП
Синхронизаторы	СХ
Сместители балансные	БС
Смесители двойные балансные	БД
Согласующее устройство	СУ
Сумматоры активные	СК
Сумматоры, ответвители мостового типа	СМ
Схемы ВИП. Выпрямители	ЕВ
Схемы ВИП. Преобразователи	ЕМ
Схемы ВИП. Стабилизаторы напряжения	ЕН
Схемы ВИП. Стабилизаторы тока	ЕТ
Схемы ВИП. Прочие	ЕП

Продолжение

Функциональная характеристика	Условное обозначение
Терморегуляторы	ТР
Триггеры (всех типов)	ТГ
Усилители балансные	УБ
Усилитель высокой частоты	УВ
Усилитель импульсных сигналов	УИ
Усилитель мощности	УМ
Усилитель низкой частоты	УН
Усилители операционные и дифференциальные	УД
Усилитель постоянного тока	УТ
Усилитель промежуточной частоты	УР
Усилители считывания и воспроизведения	УЛ
Усилители-формирователи	УФ
Усилители прочие	УП
Фильтры верхних частот	ФВ
Фильтры квадратурные	ФК
Фильтры нижних частот	ФН
Фильтры полосковые	ФЕ
Фильтры режекторные	ФР
Фильтры прочие	ФП
Формирователи импульсов прямоугольной формы	АГ
Формирователи импульсов специальной формы	АФ
Формирователи прочие	АП
Частотно-формирующее устройство	ФУ

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Рекомендуемое

МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ГЕРМЕТИЗАЦИИ, ПОКРЫТИЯ, ПРИКЛЕИВАНИЯ, МАРКИРОВКИ И ПАЙКИ

1. Материалы, применяемые для герметизации, покрытий, приклеивания и маркировки, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование	Марка	ГОСТ, ОСТ, ТУ	Назначение	Примечание
Герметик	ВГО-1	ТУ38-103211-76	Заливка модуля	

Продолжение табл. 1

Наименование	Марка	ГОСТ, ОСТ, ТУ	Назначение	Примечание
Компаунд	Виксинт У-1-18	ОСТ4 ГО.029.003	Демфирующий подслой	
Герметик	Виксинт У-2-28	ОСТ4 ГО.029.003	То же	
Герметик	Виксинт ПК-68	ОСТ4 ГО.029.003	—	
Герметик	ЭЗК-6	ОСТ4 ГО.029.003	Заливка модуля	
Компаунд	ЭЗК-25	ОСТ4 ГО.029.003	То же	
Компаунд	КТ-102	ОСТ4 ГО.029.003	Демфирующий подслой	
Компаунд	ЗО-317Д	ОСТ4 ГО.029.003	—	
Композиция	ТПК-1	ОСТ4 ГО.029.025	Крепление полосковой платы к элементам корпуса	
Замазка уплотнительная	ТГ-18	ТУ38-10555-70	Закрытие и исключение зазоров	
Аргон газообразный	Высокой чистоты	ТУ6-21-12-74	Для заполнения внутреннего объема модуля после создания вакуума	
Гелий	Высшей очистки	ТУ51-689-75	То же	
Азот газообразный	Особой чистоты	ГОСТ 9293-74	»	Допускается азот высшего сорта
Грунтовка	ВЛ-023	ГОСТ 12707-77	—	
Лак	УР-231	ТУ6-10-863-76	Покрытие модуля	
Лак	Э-4100	МРТУ6-10-857-69	То же	
Лак	АК-113	ТУ6-10-1296-75	Покрытие открытых частей выводов	С добавлением 1,5-процентной алюминиевой пудры ПАП-1 ГОСТ 5494-71
Эмаль	ХВ-124	ГОСТ 10144-74	Покрытие модуля	
Эмаль	ЭП-572	ТУ6-10-1539-76	То же	
Эмаль	ЭП-140	ТУ6-10-599-74	»	
Эмаль	ЭП-525П	ТУ6-10-1560-76	»	
Эмаль	ПФ-115	ГОСТ 6465-76	Маркировка	
Эмаль	ПФ-954	ТУ6-10-925-76	Покрытие резисторов	
Краска	ПФ-218Г	ТУ6-10-673-74	Покрытие модуля	
Краска	МКЭЧ	ОСТ4 ГО.014.002	Маркировка	
Краска	ТНПФ-53	ТУ29-02-359-70	»	
Мастика	ЛН	ОСТ4 ГО.029.004	Приклейка проводов	
Клей	Д-9	ОСТ4 ГО.029.004	—	
Клей	ВК-9	ОСТ4 ГО.029.004	—	
Клей	ПУ-2	ОСТ4 ГО.029.004	—	
Клей	БФ-4	ОСТ4 ГО.029.004	—	
Клей	К-400	ОСТ4 ГО.029.004	Защита низкочастотных выводов и других элементов от действия влаги	

2. Материалы, применяемые для пайки, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Марка припоя	Температура плавления, К(°С)	ГОСТ, ТУ	Назначение
ПОИ-50	390К(117°С)	ОСТ4 ГО.021.201	Соединение основания корпуса с кожухом и (или) крышкой, СВЧ и низкочастотных выводов с рисунком полосковой платы, внутренний монтаж модуля
ПСр ЗИ	414К(141°С)	ОСТ4 ГО.033.000	—
ПОСК 50—18	415—418К (142—145°С)	ГОСТ 21931—76	Осаждение навесных элементов на полосковой плате

Продолжение табл. 2

Марка припоя	Температура плавления, К(°С)	ГОСТ, ТУ	Назначение
ПСрОС 3—58	456—463К (183—190°С)	ГОСТ 19738—74	Соединение полосковых плат с основанием корпуса
ПОС 40	456—511К (183—238°С)	ГОСТ 21931—76	
ПСрОС3,5—95	493К(220°С)	ГОСТ 19738—74	Соединение цанги с центральным стержнем СВЧ перехода, внутренняя пайка проводника к низкочастотному выводу
ПСр 2,5	573К(300°С)	ГОСТ 19738—74	Соединение СВЧ и низкочастотных выводов с основанием корпуса
ПОС 61	456—463К (183—190°С)	ГОСТ 21931—76	

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Рекомендуемое

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ, ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ СЛОЕВ РИСУНКА И МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПОЛОСКОВЫХ ПЛАТ, ПО ТОНКОПЛЕНОЧНОЙ И ТОЛСТОПЛЕНОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

1. Сравнительные данные пленочной технологии изготовления полосковых плат приведены в табл. 1.

Таблица 1

Тонкопленочная технология	Толстопленочная технология
Возможности технологического процесса	
Изготовление гибридных полосковых узлов, применяемых на частотах от 3 до 30 ГГц	Изготовление гибридных полосковых узлов, применяемых на частотах до 4 ГГц и на высоких уровнях мощности, где допускаются относительно большие габаритные размеры
Получение рисунка полосковой платы, содержащего пленочные элементы:	Изготовление гибридных полосковых узлов, не требующих высоких точностей размеров рисунков полосковой платы
полосковые линии, резисторы, конденсаторы и индуктивности в широком диапазоне частот	
Изготовление гибридных полосковых узлов со сложным рисунком полосковой платы и с высокой точностью полосковых проводников и зазоров	Получение параметров элементов: диапазон сопротивлений резисторов — от 0,1 до 10000 МОм;

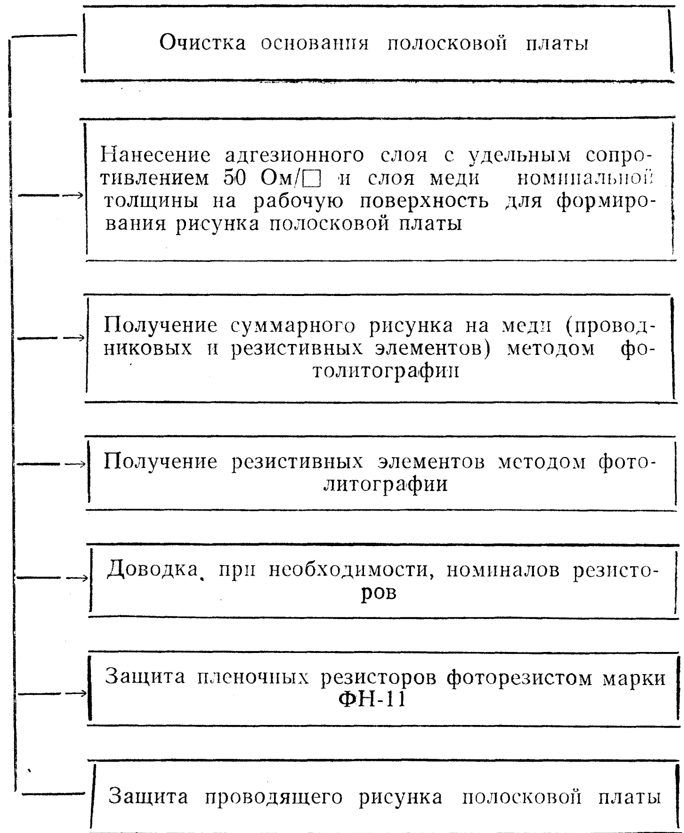
Продолжение табл. 1

Тонкопленочная технология	Толстопленочная технология
Получение параметров элементов: диапазон сопротивлений резисторов — 50 Ом—10 МОм; точность номинала (без доводки) — 10%; ТКС около 1·10 1/°С; максимальная рассеиваемая мощность — 1—2 Вт/см²; емкость конденсаторов—100—1000 пф/см²; индуктивность — до 1 мкГ; добротность индуктивности — 80—100	точность номинала (без доводки) — 15%; температурный коэффициент сопротивления (ТКС) (—2 ... +2)·10^{-4} 1/°С; максимальная рассеиваемая мощность — 6 Вт/см²; емкость конденсаторов — 750—1500 пФ/см²
Достоинства	
Значительная точность геометрических размеров полоскового рисунка	Элементы выдерживают более высокую мощность рассеивания
Низкий ТКС резисторов и температурный коэффициент емкости (ТКЕ) конденсаторов меньше э. д. с. шумов резисторов	Возможность получения металлизации на торцах и в отверстиях полосковой платы Высокая стабильность сопротивлений резисторов
Возможность получения сложной конфигурации рисунка за счет использования фотолитографии	Высокий процент выхода годных конденсаторов — 100% (тонкопленочных — 50—60%)

Продолжение табл. 1

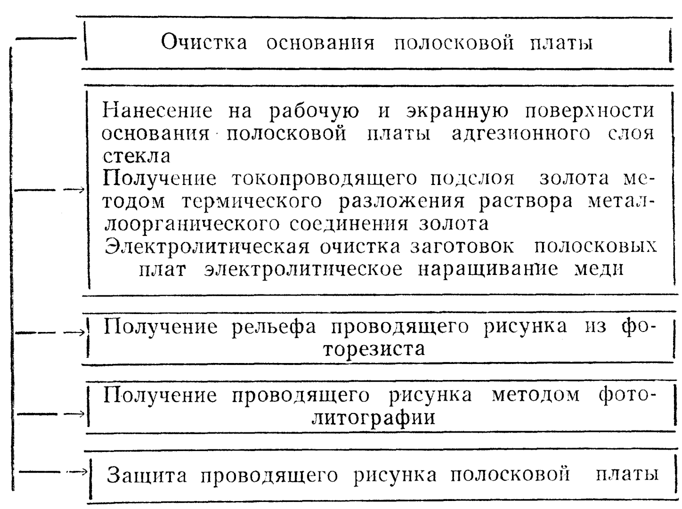
Тонкопленочная технология	Толстопленочная технология
Возможность получения более высокой плотности размещения элементов	Более высокая производительность труда на операциях получения рисунка
Большие возможности при проектировании из-за большого разнообразия материалов (оснований полосковых плат, пленочных элементов и др.)	Стоимость организации производства ниже на 10—15% Меньшая чувствительность к пыли и загрязнениям
Недостатки	
Необходимость применения основания полосковой платы с высоким классом шероховатости для получения резисторов и конденсаторов	Большое значение удельного сопротивление полосковых проводников, обуславливающее увеличение потерь в 1,5—2 раза по сравнению с потерями в тонкопленочных полосковых проводниках за счет пористости и наличия стеклофазы в составе паст
Низкая производительность труда при фотолитографическом методе обработки	Необходимость применения оснований полосковых плат с низким классом шероховатости поверхности, что приводит к увеличению потерь, за счет образования вихревых токов на неровностях проводника
Трудности при получении металлизированных участков на торцах и в отверстиях полосковой платы	Большая трудность в получении рисунка сложной конфигурации (в том числе при наличии индуктивности) и малая разрешающая способность и точность воспроизведения геометрических размеров элементов как по ширине, так и по длине
Выше стоимость организации производства	
Необходимость соблюдения чистоты и вакуумной гигиены в процессе производства	Большие неровности края (невоспроизводимость по толщине слоя может быть до ±10 мкм, а по ширине ±30 мкм, причем невоспроизводимость геометрических размеров в значительной степени зависит от ширины элементов)
	Значительная неоднородность и зернистость структуры толстых пленок требует тщательного подбора паст и определенных условий их хранения
	Большие площади конденсаторов и резисторов
	Затруднен процесс селективного травления паст
	Трудности в создании сосредоточенных элементов
	Более высокий ТКС резисторов и ТКЕ конденсаторов

2. Последовательность получения слоев рисунка двухслойных полосковых плат методом вакуумного напыления с последующим селективным травлением слоев приведена на черт. 1.



Черт. 1

3. Последовательность получения слоев рисунка полосковой платы методом термического разложения элементоорганических соединений с последующими электролитическим наращиванием и фотопитографией приведена на черт. 2.



Черт. 2

4. Последовательность получения слоев рисунка полосковой платы методом вакуумного напыления с последующей фотолитографией приведена на черт. 3 и 4.

1. Очистка основания полосковой платы
2. Получение конденсаторов с удельной емкостью от 20 до 50 пФ/см²
3. Нанесение сплошного резистивного слоя
4. Получение резистивных элементов методом фотолитографии
5. Нанесение сплошного слоя алюминия
6. Получение нижних обкладок конденсатора методом фотолитографии
7. Нанесение сплошного слоя меди
8. Получение проводниковых элементов методом фотолитографии
9. Получение диэлектрика конденсаторов на основе фоторезиста ФН-11
10. Нанесение сплошного слоя алюминия
11. Получение верхних обкладок конденсаторов методом фотолитографии
12. Доводка номиналов резисторов
13. Защита конденсаторов и резисторов фоторезистом марки ФН-11
14. Защита проводниковых элементов

Черт. 3

1. Очистка основания полосковой платы
2. Получение конденсаторов с удельной емкостью от 200 до 600 и от 600 до 1000 пФ/мм²
3. Нанесение сплошного слоя тантала
4. Получение диэлектрика на основе пятиокиси тантала и нижних обкладок конденсаторов
5. Получение резистивных элементов по методу удаляемой маски
6. Нанесение сплошного слоя меди
7. Получение проводниковых элементов методом фотолитографии
8. Получение диэлектрика конденсаторов на основе фоторезиста ФН-11 (только для конденсаторов с удельной емкостью от 200 до 600 пФ/мм²)
9. Нанесение сплошного слоя алюминия
10. Получение верхних обкладок конденсаторов методом фотолитографии
11. Доводка номиналов резисторов
12. Защита конденсаторов и резисторов фоторезистом марки ФН-11
13. Защита проводниковых элементов

Черт. 4

5. Последовательность получения слоев рисунка полосковой платы методом электролитического наращивания меди на слой меди, напыленной в вакууме приведена на черт. 5.

- Очистка основания полосковой платы
- → Нанесение слоя резисторов и промежуточных контактных площадок через маски
- → Доводка номиналов резисторов
- → Нанесение слоев конденсаторов на основе боросиликатного стекла
- → Нанесение слоев структуры хром-медь-хром (ванадий-медь-ванадий) толщиной от 1 до 2 мкм на обе стороны основания полосковой платы
- → Получение защитного рельефа из фоторезиста позитивного рисунка проводниковых элементов, соединенных технологическими проводниками
- → Изготовление проводниковых элементов и технологических проводников методом фотолитографии
- → Электролитическое наращивание меди
- → Химическое золочение проводниковых элементов и экрана

Черт. 5

6. Последовательность получения слоев рисунка полосковой платы методом электролитического наращивания меди на слой меди, напыленный в вакууме, приведена на черт. 6.

- Очистка основания полосковой платы
- → Нанесение слоя резисторов и промежуточных контактных площадок через маски
- → Доводка номиналов резисторов
- → Нанесение слоев конденсаторов на основе боросиликатного стекла
- → Нанесение слоев структуры хром-медь-хром (ванадий-медь-ванадий) толщиной от 1 до 2 мкм на обе стороны основания полосковой платы
- → Получение защитного рельефа негативного рисунка проводниковых элементов из фоторезиста
- → Электролитическое наращивание меди
- → Электрическая защита проводниковых элементов и экрана
- → Удаление фоторезиста (ОСТ4 ГО.054.008)
- → Удаление меди и подслоя вне рисунка платы или технологических проводников

Черт. 6

7. Последовательность получения слоев рисунка полосковой платы методом фольгирования с последующей фотолитографией приведена на черт. 7.

Приклеивание медной фольги на рабочую и экранную поверхность основания полосковой платы

↓

Сверление (прошивка) отверстий, при необходимости

↓

Получение слоев проводящего рисунка методом фотолитографии

↓

Защита проводящего рисунка полосковой платы

Черт. 7

8. Последовательность получения слоев рисунка полосковой платы с резисторами и конденсаторами, напыленными через маски, приведена на черт. 8.

Очистка основания полосковой платы

→ Нанесение резисторов и реперных знаков через маски

→ Получение конденсаторов. Нанесение слоя меди номинальной толщины

→ Нанесение слоя меди номинальной толщины для формирования экранной поверхности полосковой платы

→ Получение рисунка проводниковых элементов методом фотолитографии

→ Доводка номиналов резисторов, при необходимости

→ Защита конденсаторов и резисторов фоторезистом марки ФН-11

→ Защита проводящего рисунка полосковой платы

Черт. 8

9. Материалы, применяемые для выполнения пленочных элементов рисунка, приведены в табл. 2—7.

Таблица 2

Контактные площадки, полосковые проводники

Материал	ГОСТ, ТУ	Метод получения рисунка полосковой платы
Медь бескислородная марки МОб*	ГОСТ 10988—75	Вакуумное напыление с последующей фотолитографией
Медь-вакуум-плавленная гранулированная	бКО.028.007 ТУ	
12-процентный препарат жидкого золота	—	Химическое осаждение
Медь (11) сернокислая «ч»	ГОСТ 4165—78	
Пасты проводниковые 3701, 3711	—	Сеткография с последующей термообработкой

* Пруток диаметром 10 мм.

Таблица 3

Адгезионный подслой

Материал	ГОСТ, ТУ	Метод получения рисунка полосковой платы
Хром металлический марки ЭРХ	ТУ14-5-76-76	Химическое осаждение Вакуумное напыление
Сплав Х20Н80	ГОСТ 12766—67	
Ванадий марки ВнМ-1	ТУ48-4-272-73	Вакуумное напыление
Титан ВТ1-0	ТУ1-5-097-73 ТУ1-5-111-73	

Таблица 4

Изоляционный слой

Материал	ГОСТ, ТУ	Метод получения рисунка полосковой платы	Примечание
Боросиликатное стекло	ЕТО.035.015ТУ	Вакуумное напыление	—
Фоторезист ФН-11	ТУ6-14-631-77	Вакуумное напыление Химическое осаждение	—

Продолжение табл. 4

Материал	ГОСТ, ТУ	Метод получения рисунка полосковой платы	Примечание
Паста диэлектрическая 1001	—	Сеткография с последующей термообработкой	Для оснований из керамического материала
Паста диэлектрическая 1003			Для оснований из ситалла

Таблица 5

Пленочные резисторы

Материал	ГОСТ, ТУ	Метод получения рисунка полосковой платы
Тантал ТВЧ	РЭТУ № 1244—67	Вакуумное напыление с последующей фотолитографией Вакуумное напыление через маски
Хром	ГОСТ 5905—67	
Сплав Х20Н80	ГОСТ 12766—67	
Сплав МЛТ-3М	ГОСТ 22025—76	
Никель	ГОСТ 492—73	
Сплав Х20Н80	ГОСТ 12766—67	Химическое осаждение
Хром	ГОСТ 5905—67	
Сплав РС-3710	ГОСТ 22025—76	Вакуумное напыление с последующей фотолитографией Вакуумное напыление через маски
Сплав РС-5406К	ЕТО.021.048 ТУ	
Пасты резистивные 4004, 4005, 4006, 4007, 4008, 4009, 4010, 4011	—	Сеткография с последующей термообработкой

Таблица 6

Обкладки конденсаторов

Материал	ГОСТ, ТУ	Метод получения рисунка полосковой платы	Примечание
Алюминий марки АО	ГОСТ 11069—73	Вакуумное напыление через маски	—
Ванадий марки ВнМ-1	ТУ 48-4-272-73		Адгезионный подслой для верхней обкладки
Тантал ТВЧ	РЭТУ № 1244-67		
Титан ВТ1-0	ТУ1-5-097-73 ТУ1-5-111-73		Адгезионный подслой для нижней обкладки
Пасты проводниковые 3701, 3711	—	Сеткография с последующей термообработкой	—

Таблица 7

Диэлектрик конденсатора

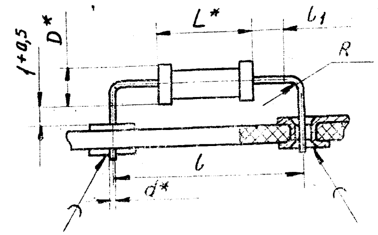
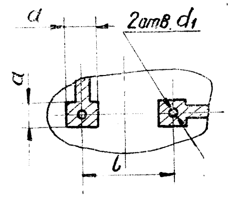
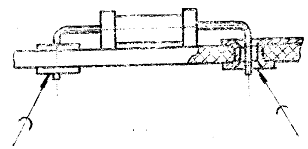
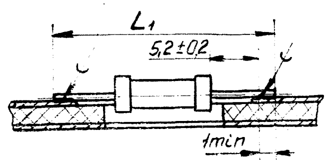
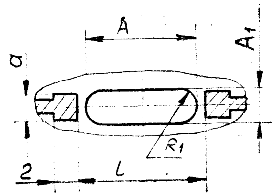
Материал	ГОСТ, ТУ	Метод получения рисунка полосковой платы
Моноокись германия	ГОСТ 19602—74	Вакуумное напыление через маски
Боросиликатное стекло	ЕТО.035.015ТУ	
Фоторезист ФН-11	ТУ6-14-631-77	
Пятиокись тантала	—	Химическое анодирование
Пасты конденсаторные 0902	—	Сеткография с последующей термообработкой

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

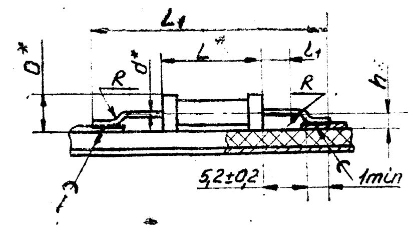
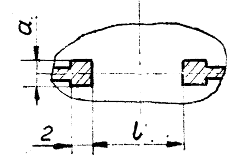
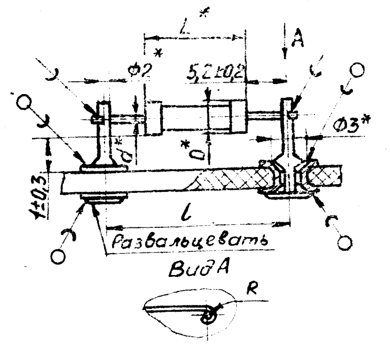
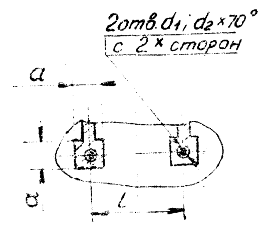
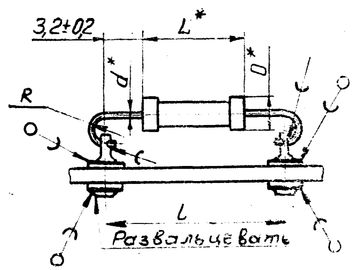
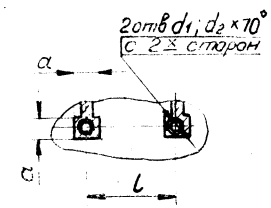
Рекомендуемое

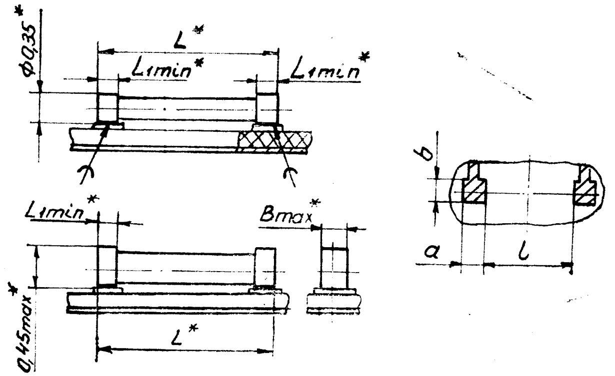
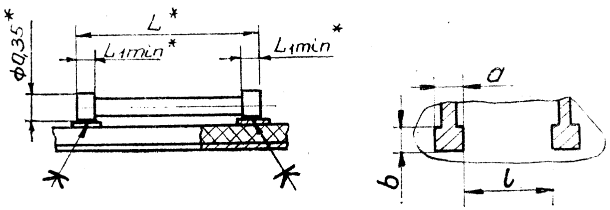
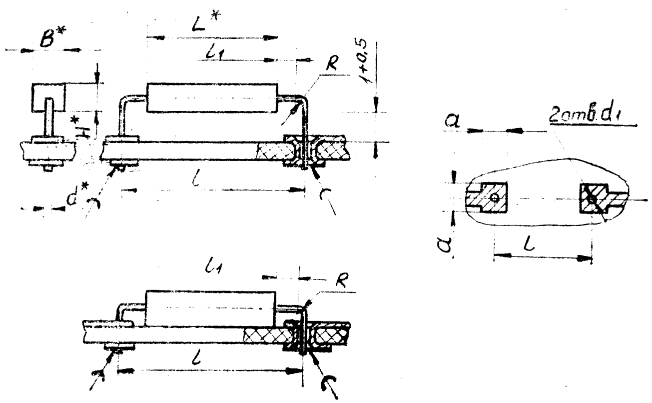
Таблица 1

ВАРИАНТЫ УСТАНОВКИ И ЗАКРЕПЛЕНИЯ НАВЕСНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ПОЛОСКОВЫЕ ПЛАТЫ РАЗМЕТКА ПОЛОСКОВЫХ ПЛАТ И ФОРМОВКА ВЫВОДОВ НАВЕСНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

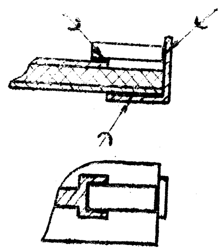
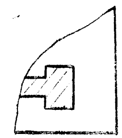
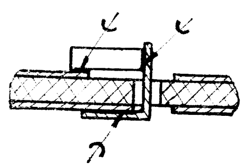
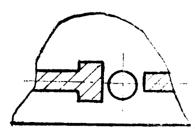
Навесной элемент		Пример установки навесного элемента	Разметка полосковой платы	Вариант установки	Присоединение контактной поверхности навесного элемента к контактным площадкам полосковой платы	Закрепление корпуса навесного элемента на полосковой плате	Тип полосковой линии	Примечание
Наименование	Условное обозначение							
Резистор	ОМЛТ МТ МОН С2-10			1	Пайка припоем ПОС 61 или ПОС 40 ПОСК 50—18 Сплав Вуда ПОИ-50	—	НПЛ	Установочные размеры и размеры на разметку платы приведены в табл. 2
				2				
				3			СПЛ, НПЛ	Установочные размеры и размеры на разметку платы приведены в табл. 3 Допускается установка резистора в глухой паз

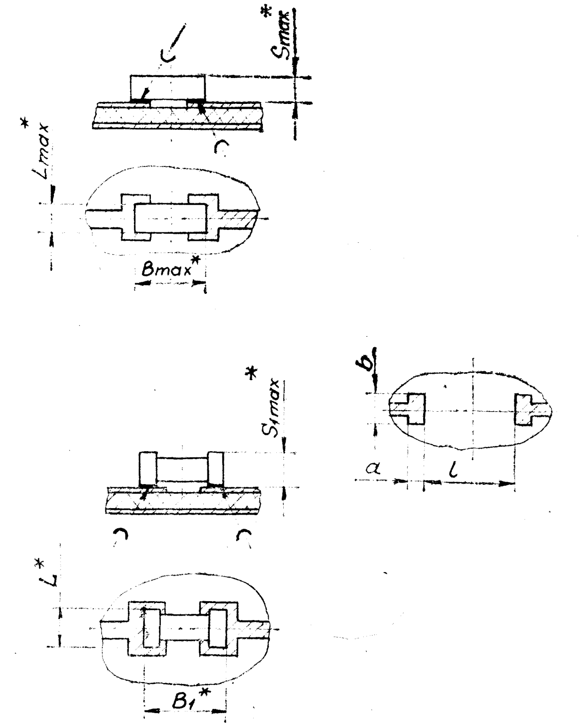
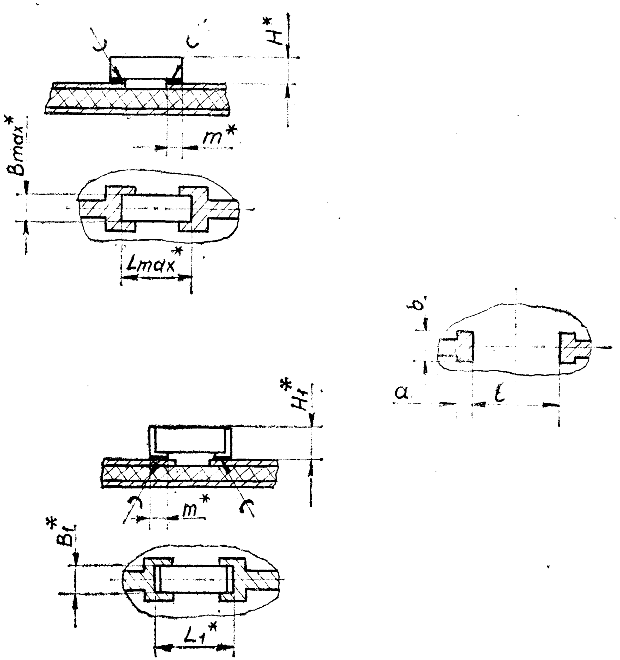
Продолжение табл. 1

Навесной элемент: Наименование	Навесной элемент: Условное обозначение	Пример установки навесного элемента	Разметка полосковой платы	Вариант установки	Присоединение контактной поверхности навесного элемента к контактным площадкам полосковой платы	Закрепление корпуса навесного элемента на полосковой плате	Тип полосковой линии	Примечание
Резистор	ОМЛТ МТ МОН С2-10			4	Пайка припоем ПОС 61 или ПОС 40 ПОСК 50-18 Сплав Вуда ПОИ-50	—	НПЛ	Установочные размеры и размеры на разметку платы приведены в табл. 4
	ОМЛТ-0,125 ОМЛТ-0,25			5				Установочные размеры и размеры на разметку платы приведены в табл. 5 Для установки резистора используется лепесток АВ7.750.189 по ОСТ4 ГО.812.000
				6				

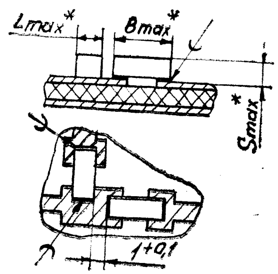
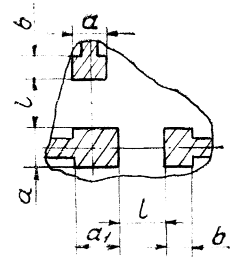
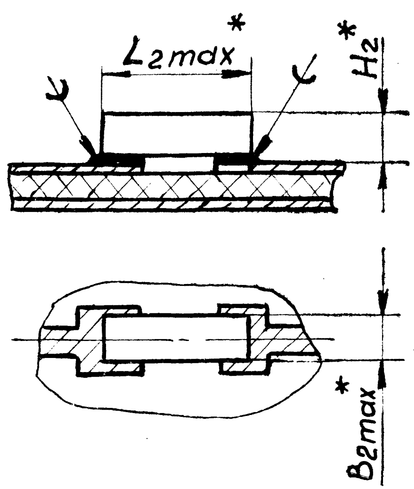
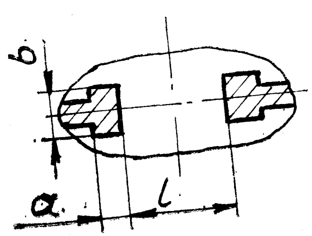
Резистор	С2-12		7	Пайка припоем ПСрОС 3-58 ПОСК 50-18		СПЛ, НПЛ	Установочные размеры и размеры на разметку платы приведены в табл. 6
	С3-3		7				
			8	Приклеивание			
	С2-12		8	Приклеивание	—		
	ТВО		1	Пайка припоем ПОС 61		НПЛ	Установочные размеры и размеры на разметку платы приведены в табл. 7 Допускается установка резистора ТВО по ГОСТ 11324—76 —ТВО-0,25...60 по ОЖО.467.035 ТУ
			2				
	ВС	—	—	—	—		Установка по ГОСТ 6562—75

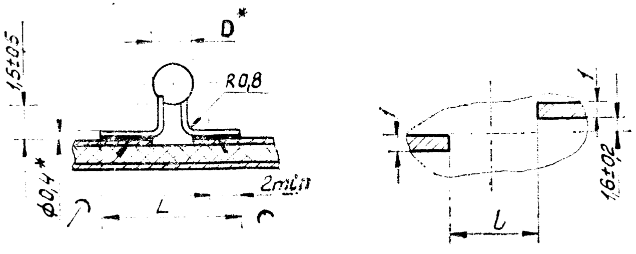
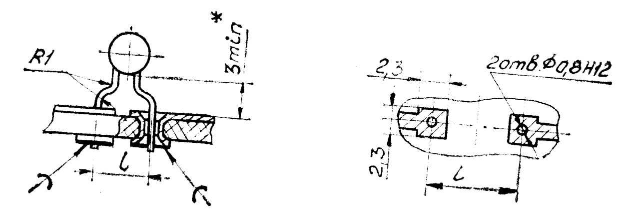
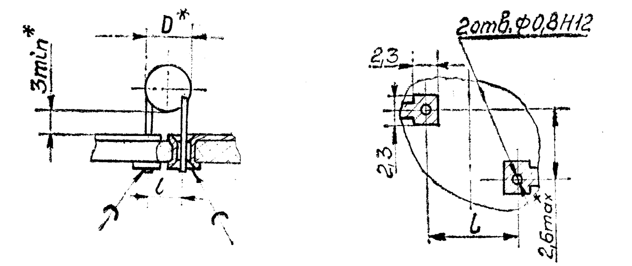
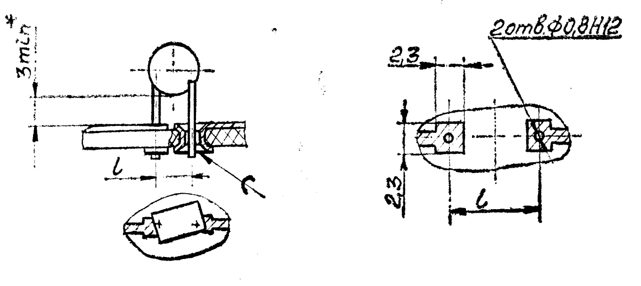
Продолжение табл. 1

Навесной элемент		Пример установки навесного элемента	Разметка полосковой платы	Вариант установки	Присоединение контактной поверхности навесного элемента к контактным площадкам полосковой платы	Закрепление корпуса навесного элемента на полосковой плате	Тип полосковой линии	Примечание
Наименование	Условное обозначение							
Конденсатор	Безвыводные конденсаторы			9	Пайка припоем ПОСК-50-18	—	НПЛ	—
				10				

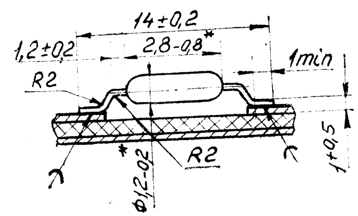
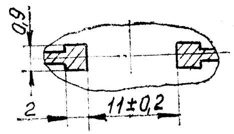
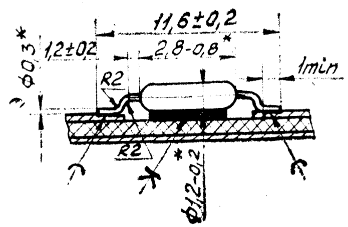
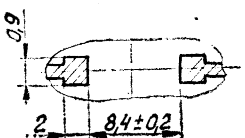
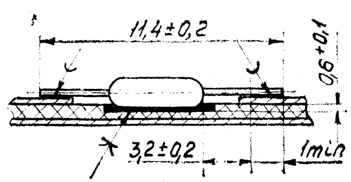
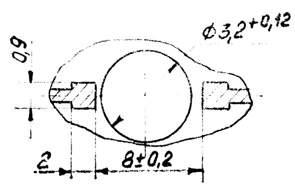
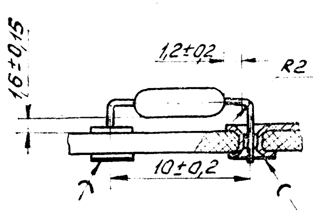
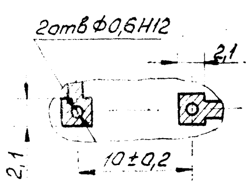
Конденсатор	К10-9		11	Пайка припоем ПОСК 50-18	—	НПЛ	Установочные размеры и размеры на разметку платы приведены в табл. 8
			11а				Установочные размеры и размеры на разметку платы приведены в табл. 9
	К10-17в		11				Установочные размеры и размеры на разметку платы приведены в табл. 10
			11а				Установочные размеры и размеры на разметку платы приведены в табл. 11

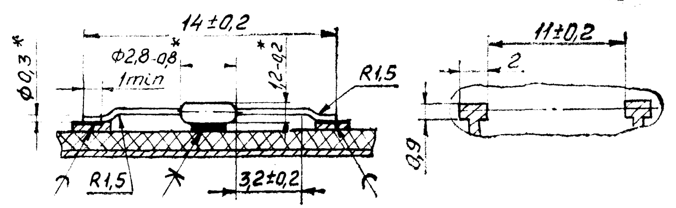
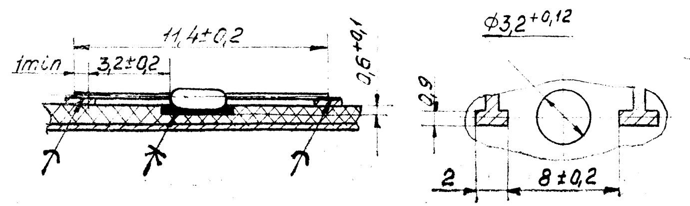
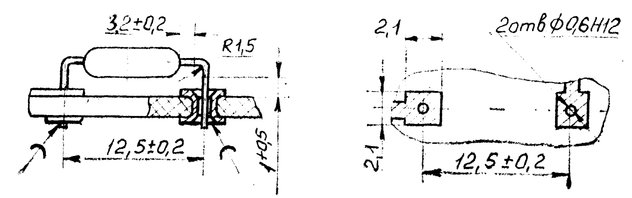
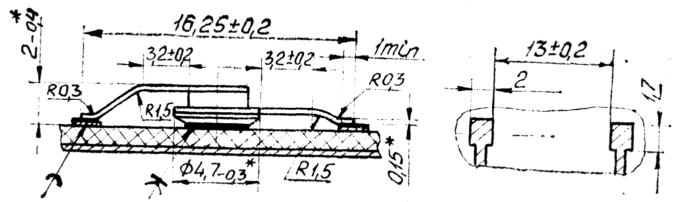
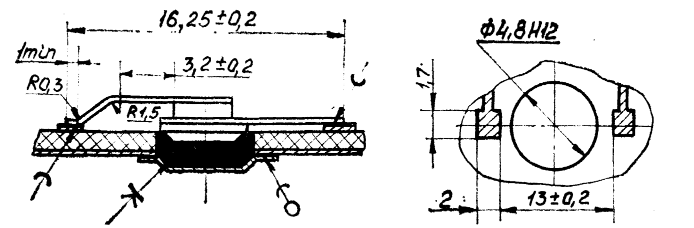
Продолжение табл. 1

Навесной элемент		Пример установки навесного элемента	Разметка полосковой платы	Вариант установки	Присоединение контактной поверхности навесного элемента к контактным площадкам полосковой платы	Закрепление корпуса навесного элемента на полосковой плате	Тип полосковой линии	Примечание
Наименование	Условное обозначение							
Конденсатор	К10-9			11	Пайка припоем ПОСК 50-18	—	НПЛ	Установочные размеры и размеры на разметку платы приведены в табл. 12
	КМ-3в-Н30			11а	Пайка припоем ПОС 61			Установочные размеры и размеры на разметку платы приведены в табл. 13

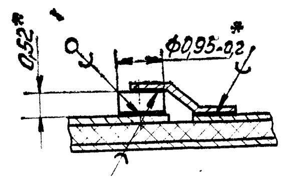
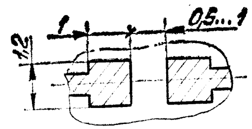
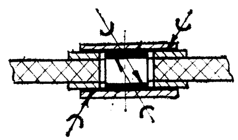
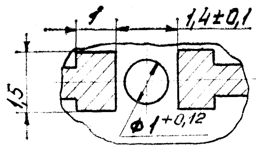
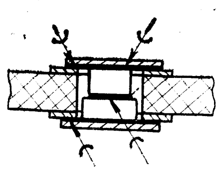
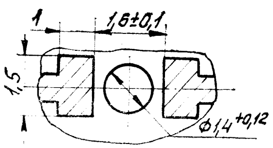
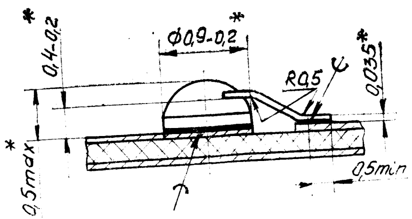
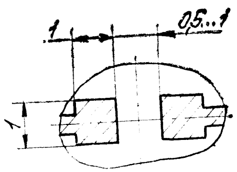
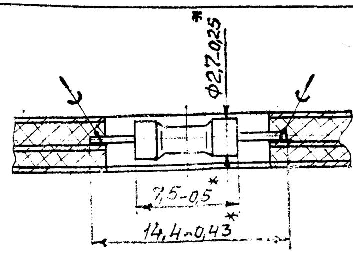
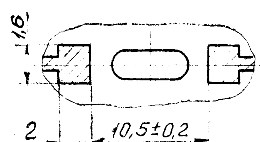
Конденсатор	КД-1		12	Пайка припоем ПОС 61	—	НПЛ	Варианты установки и размеры L и I выбираются в соответствии с требованиями на полсковый модуль Размер D* приведен в табл. 14
			13				
			14				Варианты установки и размеры I выбираются в соответствии с требованиями на полосковый модуль Размер D* приведен в табл. 14.
			15				

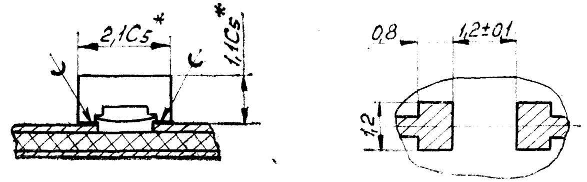
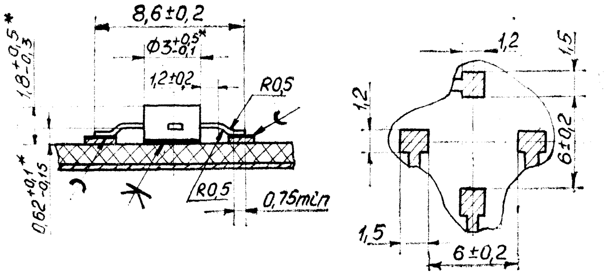
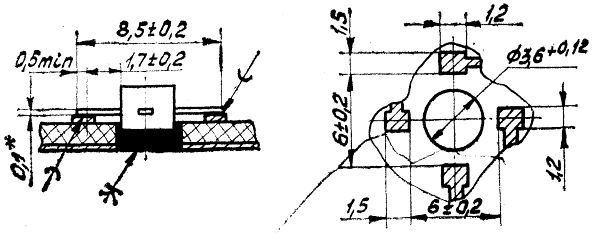
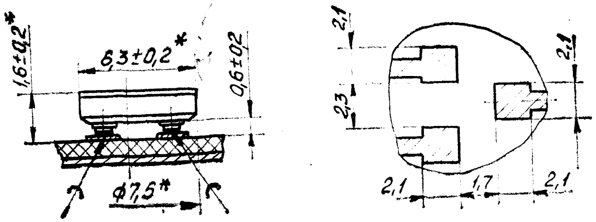
Продолжение табл. 1

Навесной элемент: Наименование	Навесной элемент: Условное обозначение	Пример установки навесного элемента	Разметка полосковой платы	Вариант установки	Присоединение контактной поверхности навесного элемента к контактным площадкам полосковой платы	Закрепление корпуса навесного элемента на полосковой плате	Тип полосковой линии	Примечание
Диод	3А112А			16	Пайка припоем ПОС 61		НПЛ	—
				17		Приклеивание Клей Д-9		—
				18				Допускается установка корпуса диода в паз платы
	3А112А			1		—		—

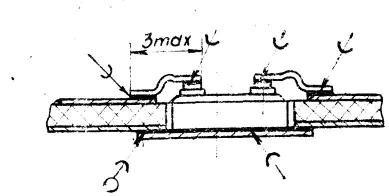
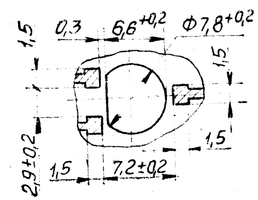
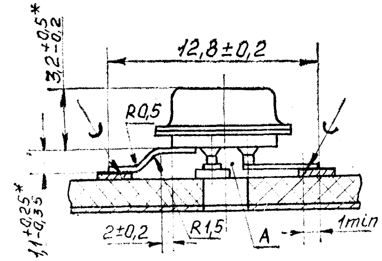
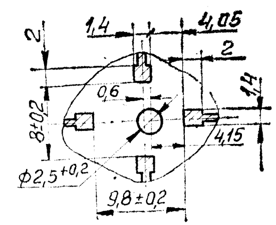
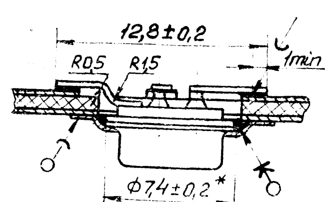
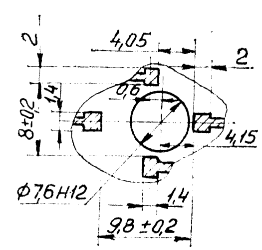
Диод	АА112А АА112Б		17	Пайка припоем ПОСК 50-18	Приклеивание Клей ВК-9	НПЛ	—
			18				
			1		—		
	1И401А 1И401Б		19		Приклеивание Клей ВК-9		—
			20				

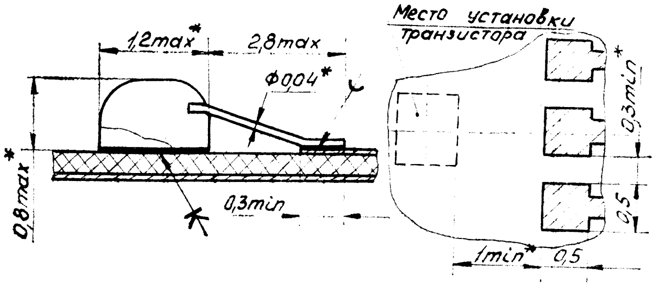
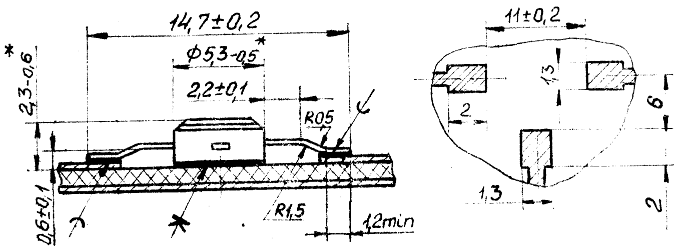
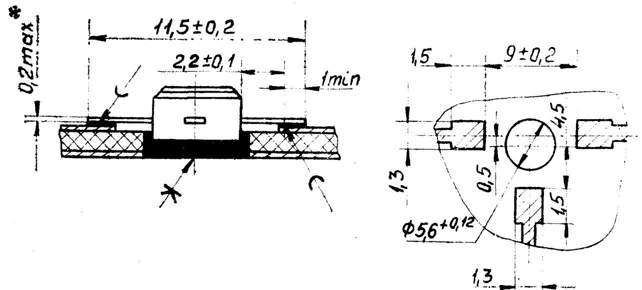
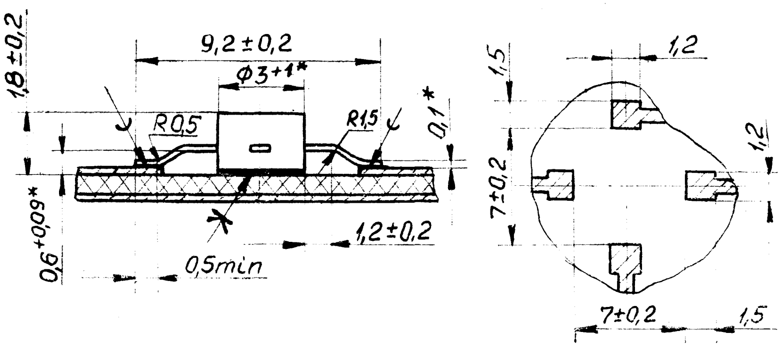
Продолжение табл. 1

Навесной элемент: Наименование	Навесной элемент: Условное обозначение	Пример установки навесного элемента	Разметка полосковой платы	Вариант установки	Присоединение контактной поверхности навесного элемента к контактным площадкам полосковой платы	Закрепление корпуса навесного элемента на полосковой плате	Тип полосковой линии	Примечание
Диод	Безвыводные диоды			21	Пайка припоем ПОСК 50-18	Пайка	СПЛ НПЛ	Допускается применение припоя ПОИ-50 при условии, что рабочая температура диода в изделии не превышает 358К (85°С)
				22				
				23				
	2А517А 2А517Б			24	Пайка припоем ПОСК 50-18 ПСр 3И		НПЛ	
	2А104А 2А201А 2А202А			25	Пайка припоем ПОС 61	—	СПЛ	Допускается установка диодов в глухие пазы

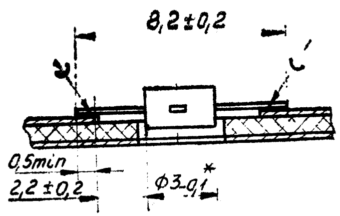
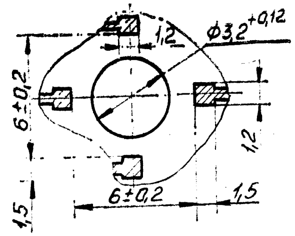
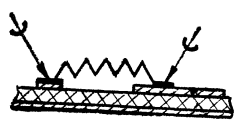
Диод	АА204А АА204Б АА204В		26	Пайка припоем ПОСК 50-18 ПСр 3И			Допускается применение припоя ПОИ-50 при условии, что рабочая температура диода в изделии не превышает 358К (85°С)
Транзистор	ГТ383А ГТ383Б		27	Пайка припоем ПОСК 50-18	Приклеивание Клей ВК-9	НПЛ	—
			28				
	2Т607А ГТ612А		29	Пайка припоем ПОИ-50	—		—

Продолжение табл. 1

Навесной элемент: Наименование	Навесной элемент: Условное обозначение	Пример установки навесного элемента	Разметка полосковой платы	Вариант установки	Присоединение контактной поверхности навесного элемента к контактным площадкам полосковой платы	Закрепление корпуса навесного элемента на полосковой плате	Тип полосковой линии	Примечание
	2Т607А ГТ612А			30	Пайка припоем ПОИ-50	Пайка		Предусматривается крепление основания транзистора, установленного в отверстие платы, пайкой диска к основанию транзистора и экрану платы припоем ПОИ-50 Присоединение транзистора осуществляется пайкой припоем ПОИ-50 плоских перемычек между контактными выступами транзистора и контактными площадками платы
Транзистор	1Т329А, Б, В 1Т330А, Б, В, Г 1Т341А, Б, В 1Т362А			31	Пайка припоем ПОСК 50-18	Приклеивание Клей Д-9	НПЛ	Крепление корпуса транзистора осуществляется через технологическое отверстие заполнением клеем полости А между платой и корпусом транзистора
				32	Пайка припоем ПОСК 50-18			Крепление корпуса транзистора, установленного в отверстие платы, осуществляется приклеиванием его к обойме, припаянной к экрану платы припоем ПОСК 50-18 или ПСрОС 3-58

Транзистор	2Т354А 2Т354Б		33	Пайка припоем ПОСК 50-18	Приклеивание Клей ВК-9	НПЛ	Допускается другая разметка платы при условии отсутствия перекрещивания выводов и соблюдения расстояния до места пайки Допускается применение припоя ПОИ-50 при условии, что рабочая температура транзистора в изделии не превышает 358К (85°С)
	2Т371А 2Т382А 2Т382Б		27				Допускается пайка припоем ПОС Су 40-2
	2Т371А 2Т382А 2Т382Б		28				
	КТ391А-2		27	Пайка припоем ПОС 61			—

Продолжение табл. 1

Навесной элемент		Пример установки навесного элемента	Разметка полосковой платы	Вариант установки	Присоединение контактной поверхности навесного элемента к контактным площадкам полосковой платы	Закрепление корпуса навесного элемента на полосковой плате	Тип полосковой линии	Примечание
Наименование	Условное обозначение							
Транзистор	КТ391А-2			28	Пайка припоем ПОС 61	—	НПЛ	Допускается крепление корпуса транзистора, установленного в отверстие платы приклеиванием клеем ВК-9
Индуктивность	—			34	Пайка припоем			—

* Размеры для справок

Таблица 2

мм

Тип резистора	Размеры, не более			Размеры					Вариант установки
	D*	d*	L*	l	l_1	a	d_1	R	
				Пред. откл. ±0,2					
ОМЛТ-0,125	2,2								
МТ-0,125			6,0	16,25	3,5				1
С2-10-0,125	2,0	0,6				2,5	1,0	1,2	
ОМЛТ-0,25	3,0		7,0	17,50	3,6				
С2-10-0,25									
С2-10-0,25	2,7		8,0	18,75					
ОМЛТ-0,5	4,2		10,8	22,50	3,6				
МТ-0,5									
С2-10-0,5									
МОН-0,5				26,25	5,7				
ОМЛТ-1	6,6	0,8	13,0	23,75	3,3	2,8	1,3	1,6	1; 2
С2-10-1									
МОН-1				28,75	5,6				
МТ-1			18,0		3,3				
ОМЛТ-2	8,6	1,0	18,5	31,25	3,6	3,0	1,5	2,0	
С2-10-2									
МОН-2				35,00	5,7				
МТ-2			28,0	40,00	3,5				

Таблица 3

мм

Тип резистора	Размеры, не более			Размеры						Вариант установки
	D*	d*	L*	L_1	I	A	A_1	*a*	R	
				Предельные отклонения						
				±0,2		H12				
С2-10-0,125	2,0	0,6	6,0	18,5	15,00	7,6	3	1,2	1,5	3
ОМЛТ-0,125	2,2									
МТ-0,125										
ОМЛТ-0,25	3,0		7,0	19,0	16,25	10,2				
МТ-0,25										
С2-10-0,25	2,7		8,0	20,5	17,50	11,2				
ОМЛТ-0,5	4,2	0,8	10,8	22,8	20,00	14,0	5	1,4	2,5	
МТ-0,5										
С2-10-0,5										
МОН-0,5										
ОМЛТ-1	6,6		13,0	25,5	22,50	17,5	8		4,0	
С2-10-1										
МОН-1										
МТ-1			18,0	30,5	27,50	22,5				
ОМЛТ-2	8,6	1,0	18,5	30,5	27,50	24,5	10	1,6	5,0	
С2-10-2										
МОН-2										
МТ-2			28,0	40,5	37,50	33,5				

Таблица 4

мм

Тип резистора	Размеры, не более			Размеры						Вариант установки
	D*	d*	L*	L_1	l	l_1	h	a	R	
				Предельные отклонения ±0,2	±0,2	±0,2	±0,1			
С2-10-0,125	2,0	0,6	6,0	19,25	16,25	3,5	0,70	1,2	1,2	4
ОМЛТ-0,125	2,2	0,6	6,0	19,25	16,25	3,5	0,80	1,2	1,2	4
МТ-0,125	2,2	0,6	6,0	19,25	16,25	3,5	0,80	1,2	1,2	4
ОМЛТ-0,25	3,0	0,6	7,0	20,50	17,50	3,6	1,20	1,2	1,2	4
МТ-0,25	3,0	0,6	7,0	20,50	17,50	3,6	1,20	1,2	1,2	4
С2-10-0,25	2,7	0,6	8,0	21,75	18,75	3,2	1,05	1,2	1,2	4
ОМЛТ-0,5	4,2	0,8	10,8	25,80	22,50	3,2	1,70	1,4	1,6	4
МТ-0,5	4,2	0,8	10,8	25,80	22,50	3,2	1,70	1,4	1,6	4
С2-10-0,5	4,2	0,8	10,8	25,80	22,50	3,2	1,70	1,4	1,6	4
МОН-0,5	4,2	0,8	10,8	30,80	27,50	5,7	1,70	1,4	1,6	4
ОМЛТ-1	6,6	0,8	13,0	29,40	26,25	3,3	2,90	1,4	1,6	4
С2-10-1	6,6	0,8	13,0	29,40	26,25	3,3	2,90	1,4	1,6	4
МОН-1	6,6	0,8	13,0	33,20	30,00	5,2	2,90	1,4	1,6	4
МТ-1	6,6	0,8	18,0	34,40	31,25	3,3	2,90	1,4	1,6	4
ОМЛТ-2	8,6	1,0	18,5	36,70	33,75	3,2	3,80	1,6	2,0	4
С2-10-2	8,6	1,0	18,5	36,70	33,75	3,2	3,80	1,6	2,0	4
МОН-2	8,6	1,0	18,5	41,70	38,75	5,7	3,80	1,6	2,0	4
МТ-2	8,6	1,0	28,0	46,80	43,75	3,5	3,80	1,6	2,0	4

Таблица 5

мм

Тип резистора	Размеры, не более			Размеры					Вариант установки
	D*	d*	L*	I	d_1	d_2	a	R	
				Пред. откл.					
				±0,2	+0,12				
ОМЛТ-0,125	2,2	0,6	6	16,25	2,2	2,6	3,8	1,2	5
ОМЛТ-0,25	3,0		7	17,50					
ОМЛТ-0,125	2,2		6	12,50					6
ОМЛТ-0,25	3,0		7	13,75					

Таблица 6

мм

Тип резистора	Размеры							Вариант установки
	B_{max}*	L*	L_{1min}*	I		a	b	
				Номин.	Пред. откл.			
С2-12	—	3	0,3	2	±0,2	1,0	0,8	7
С3-3	0,8						1,4	
С2-12	—	6	0,5	5			0,8	
С3-3	1,0						1,6	
С2-12	—	3	0,3	2		1,5	2,0	8
С3-3	0,8						2,5	
С2-12	—	6	0,5	5			2,0	
С3-3	1,0						3,0	

Таблица 7

мм

Тип резистора	Размеры, не более				Размеры					Вариант установки
	B*	H*	d*	L*	l (Пред. откл. ±0,2)	l_1 (Пред. откл. ±0,2)	d_1	*a*	R	
ТВО-0,125	1,4	2,5	0,5	8,0	16,25	2,7	0,8	2,3	1,0	1; 2
ТВО-0,25	2,2	3,7	0,6	13,5	21,25	2,3	1,0	2,5	1,2	1; 2
ТВО-0,5	2,2	3,7	0,6	19,0	27,50	2,7	1,0	2,5	1,2	1; 2
ТВО-1	4,0	5,0	0,8	29,5	38,75	2,6	1,3	2,8	1,6	1; 2
ТВО-2	5,0	6,0	1,0	36,5	46,25	2,3	1,5	3,2	2,0	1; 2

Таблица 8

мм

Тип конденсатора	Обозначение видоразмера	Размеры							Вариант установки
		B_{max}*	S_{max}*	L_{max}*	l Номин.	l Пред. откл.	*a*	b	
К10-9	1	2,2	0,6	2,2	1,4	±0,2	1,0	2,6	11
	2	4,2	0,6	2,2	3,2	±0,2	1,2	2,6	11
	3	4,2	0,6	4,4	3,2	±0,2	1,2	4,8	11
	4	5,7	0,6	2,7	4,4	±0,2	1,4	3,0	11

Примечание. По варианту 11 устанавливаются нелуженые конденсаторы.

Таблица 9

мм

Тип конденсатора	Обозначение видоразмера	Размеры							Вариант установки
		B_1*	S_1*$_{max}$	L*	l		a	b	
					Номин.	Пред. откл.			
К10-9	1	2,0	1,2	2,0	1,0	±0,2	1,0	2,2	11а
	2	4,0			3,5				
	3			4,0			1,0	4,4	
	4	5,5		2,5	4,5		1,5	2,6	

Примечание. По варианту 11а устанавливаются луженые конденсаторы.

Таблица 10

мм

Тип конденсатора	Обозначение видоразмера	Размеры								Вариант установки
		B $_{max}$*	H*	m*	L $_{max}$*	l		a	b	
						Номин.	Пред. откл.			
К10-17в	1	1,2	1,0	0,2—0,5	1,7	1,0	±0,2	1,0	1,6	11
	2	1,7		0,2—0,7	2,2	1,4			2,0	
	3	2,7		1,0—1,5	4,3	3,4			3,0	

Примечание. По варианту 11 устанавливаются нелуженые конденсаторы.

Таблица 11

мм

Тип конденсатора	Обозначение видоразмера	Размеры B*₁	H*₁	m*	L*₁	ℓ Номин.	ℓ Пред. откл.	a	b	Вариант установки
К10-17в	1	1,4	1,2	0,2—0,5	1,5	1,0	±0,2	0,8	1,4	11а
	2	1,9		0,2—0,7	2,0	1,5			1,9	
	3	3,0		1,0—1,5	4,0	3,0		1,0	3,0	
	4			1,5—2,0	5,5	4,5				
	5	4,6		1,5—2,0	5,5				4,6	
	6	3,0	2,0	1,0—1,5	4,0	3,0			3,0	
	7			1,5—2,0	5,5	4,5				
	8	4,6							4,6	

Примечание. По варианту 11а устанавливаются луженые конденсаторы.

Таблица 12

мм

Тип конденсатора	Обозначение видоразмера	Размеры B max*	S max*	L max*	l Номин.	l Пред. откл.	a	a₁	b	Вариант установки
К10-9	1	2,2	0,6	2,2	1,4	±0,2	2,6	1,6	1,0	11
	2	4,2			3,2			1,7	1,2	
	3			4,4			4,8			
	4	5,7		2,7	4,4		3,0	1,8	1,4	

Примечание. По варианту 11 устанавливаются нелуженые конденсаторы.

Таблица 13

мм

Тип конденсатора	Емкость, пФ	B_{2max}*	H^*_2	L_{2max}*	l		a	b	Вариант установки
					Номин.	Пред. откл.			
КМ-3в-Н30	680 1000 1500	4,2	0,7—2,5	6	2	±0,2	2,5	4,8	11а
	2200 3300 4700	6,2		8	4		2,5	6,8	

Примечание. По варианту 11а устанавливаются луженые конденсаторы.

Таблица 14

мм

Тип конденсатора	D*	Вариант установки
КД-1	4,5	12, 13,
	5,5	
	6,5	14, 15

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Рекомендуемое

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИБКИХ КОАКСИАЛЬНЫХ РАДИОЧАСТОТНЫХ КАБЕЛЕЙ. ВАРИАНТЫ КОНСТРУКЦИЙ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ВЫВОДОВ И СВЧ ПЕРЕХОДОВ

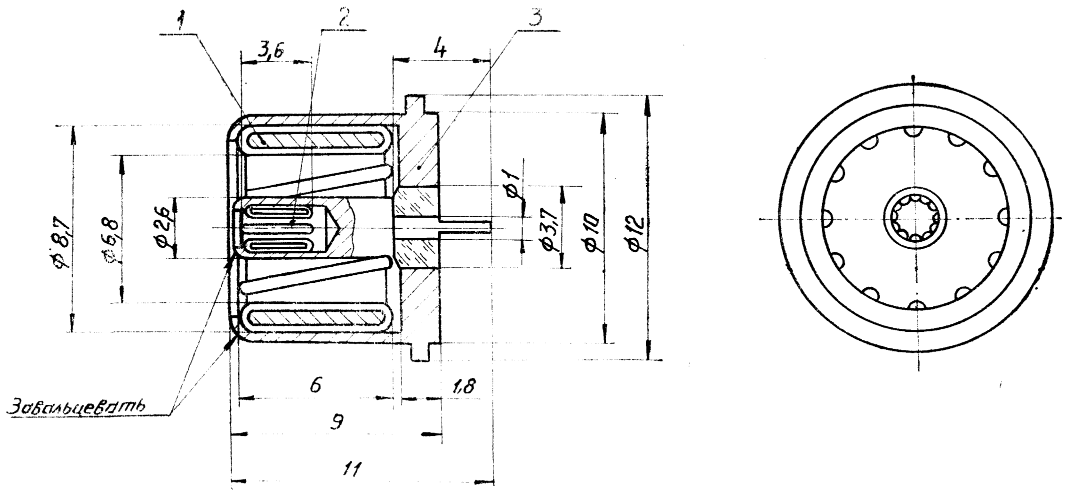
1. Гибкие коаксиальные радиочастотные кабели и их основные характеристики приведены в таблице.

2. Варианты конструкций, низкочастотных выводов, СВЧ переходов и их присоединений приведены в черт. 1—8.

Размеры в мм

Марка кабеля	Волновое сопротивление, Ом	Погонное затухание, дБ/м		Диаметр внутреннего провода	Внутренний диаметр оплетки	Число жил внутреннего провода и их диаметр	Диаметр по оболочке	Диэлектрик	
		На частоте 1000 МГц	На частоте 100 МГц					Наименование	ε
РК-50-1-11	50	1,60	0,40	0,32	1,0	1×0,32	1,9	Полиэтилен	2,30
РК-50-1,5-11		0,85	0,22	0,47	1,5	1×0,47	2,4		
РК-50-2-11		0,80	0,18	0,68	2,2	1×0,68	4,0		
РК-50-2-12		0,75	0,40	0,72	2,2	7×0,24	3,2		
РК-50-2-13		0,80	0,19	0,68	2,2	1×0,68	4,0		
РК-50-2-21		0,55	0,15	0,73	2,2	1×0,73	3,5	Фторопласт-4	2,05
РК-50-2-22		1,00	0,28	0,78	2,1	7×0,26	3,2		
РК-50-4-11		0,50	0,11	1,37	4,5	1×1,37	9,6	Полиэтилен	2,30
РК-50-4-13		0,50	0,10	1,37	4,6	1×1,37	9,6		
РК-50-7-16		0,40	0,09	2,28	7,3	7×0,76	11,2		
РК-50-9-12		0,32	0,07	2,70	9,0	7×0,90	12,2		
РК-50-24-17		0,12	0,023	7,00	24,0	37×1,00	28,5		
РК-75-1-11	75	1,20	0,36	0,17	1,0	1×0,17	1,9		
РК-75-1,5-11		1,26	0,30	0,24	1,5	1×0,24	2,4		
РК-75-2-11		0,85	0,27	0,37	2,2	1×0,37	2,2		
РК-75-2-21		0,65	0,15	0,41	2,2	1×0,41	3,5	Фторопласт-4	2,05
РК-75-2-22		0,50	0,10	0,45	2,2	7×0,15	3,2		
РК-75-4-11		0,40	0,10	0,72	4,6	1×0,72	7,3	Полиэтилен	2,30
РК-75-4-13		0,55	0,13	0,78	4,6	7×0,26	7,6		
РК-75-7-11		0,21	0,05	1,13	7,3	1×1,13	9,5		
РК-75-7-12		0,40	0,09	1,20	7,3	7×0,10	10,3		
ОК-75-7-15		0,36	0,08	1,13	7,3	1×1,13	9,5		
РК-75-9-12		0,26	0,06	1,35	9,0	1×1,35	12,2		

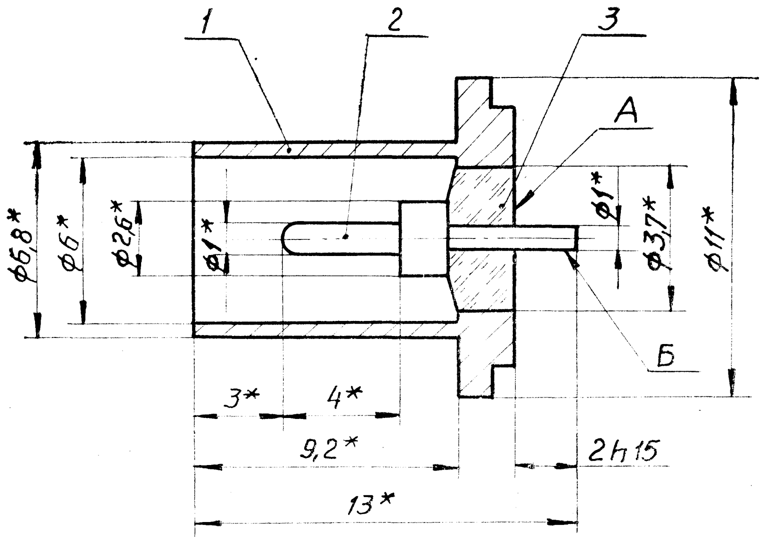
Вариант конструкции розетки врубного СВЧ соединителя



1. Размеры для справок.
2. При завальцовке обеспечить свободное перемещение детали поз. 1, 2.
3. Остальные технические требования по ОСТ4 ГО.070.015

Черт. 1
1 — СВЧ переход; *2* — контакт; *3* — корпус

Вариант конструкции вилки врубного СВЧ соединителя

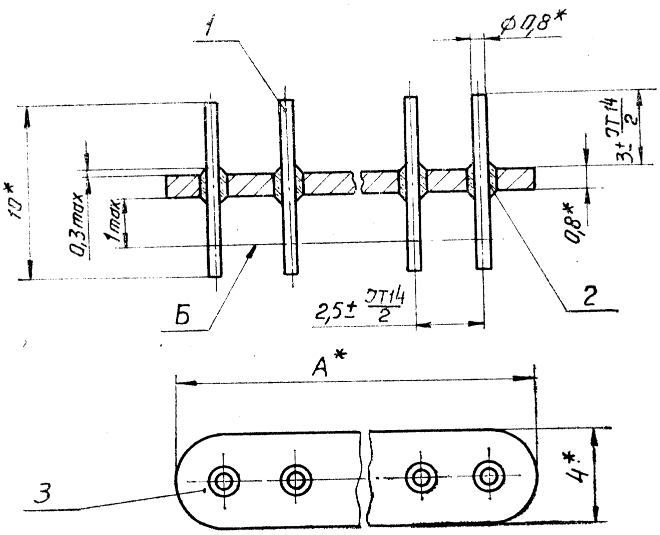


1. * Размеры для справок.
2. Покрытие М3 . Ср3, кроме стекла поз. 3; $F_{сер} = 3,8 см^2$.
3. Соединение деталей поз. 1,2,3 производить по ОСТ4 ГО.054.004.
4. Наплыв стекла поз.3 на поверхности А и Б не допускается.
5. Остальные технические требования по ОСТ4 ГО.070.015.

1- корпус; 2- контакт; 3- стекло

Черт. 2

Вариант конструкции низкочастотного гермовывода



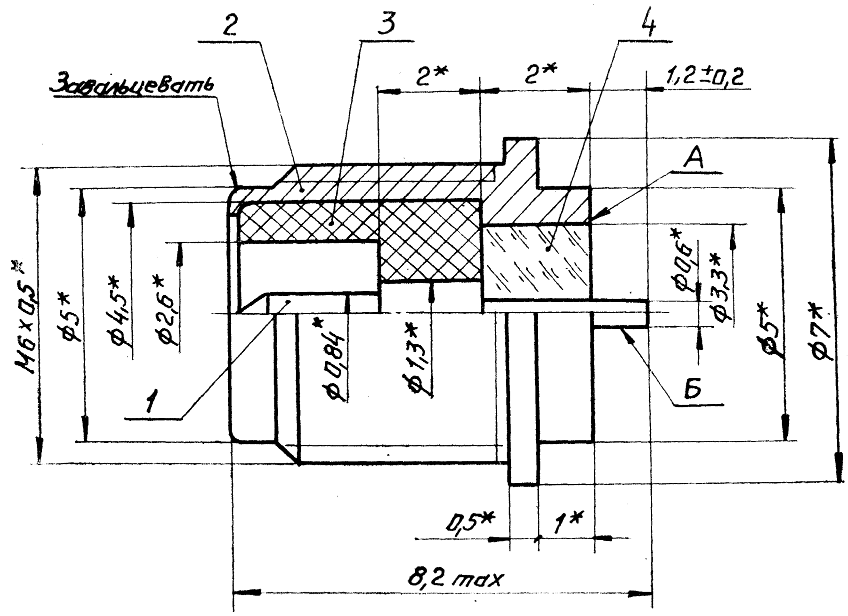
Обозначение	A*, мм	Кол. выводов
XXX.XXX.XXX	14,5	5
-01	12,0	4
-02	9,5	3
-03	7,0	2

1 - вывод; 2 - изолятор; 3 - пластина.

1. * Размеры для справок.
2. Смещение осей выводов от номинального расположения контролировать на уровне Б.
3. Спай выводов поз.1 с пластиной поз.3 по ОСТ4 ГО.054.004.
4. Вывод должен быть герметичным. Допускаемая величина натекания $5 \cdot 10^{-5}$ л.мкм/с.
5. Сопротивление изоляции 100 МОм.
6. Покрытие: М30.0 - Ви (99,7)6.
7. Остальные технические требования по ОСТ4 ГО.070.015.

Черт. 3

Вариант конструкции СВЧ гермоперехода



1.* Размеры для справок.

2. Наплыв стекла поз. 4 на поверхности А и Б не допускается.

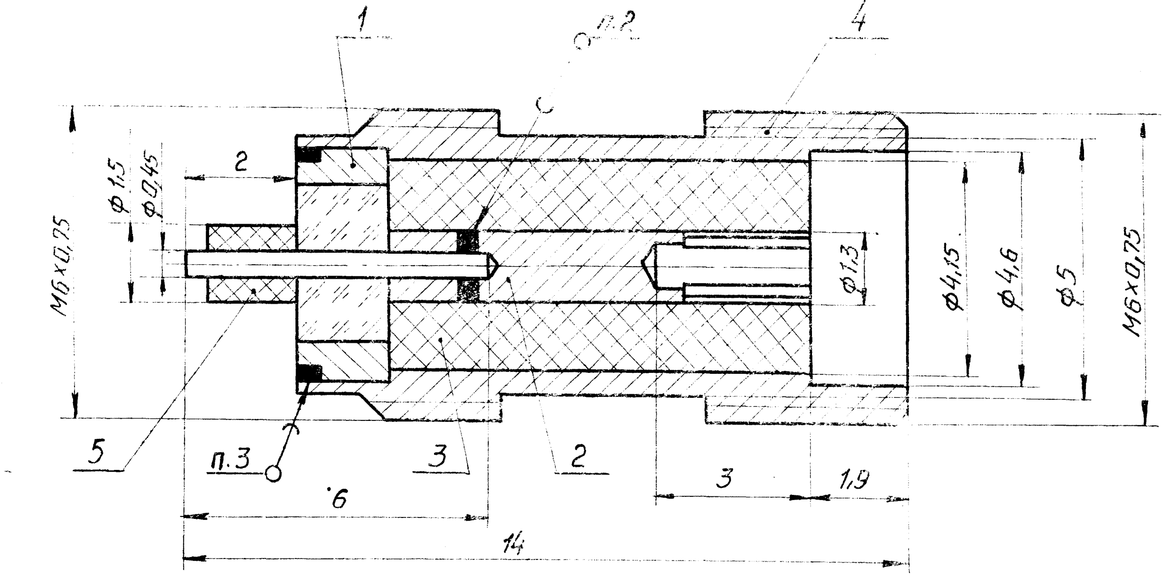
3. Остальные технические требования по ОСТ4 ГО.070.015.

1 — внутренний проводник; 2 — корпус гермоперехода; 3 — втулка; 4 — стекло.

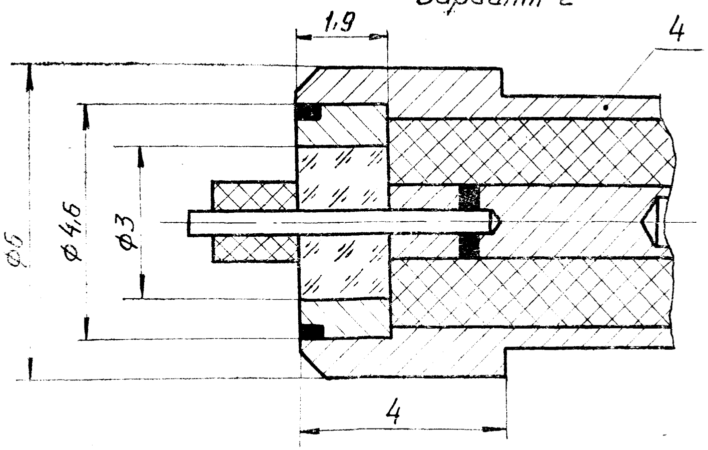
Черт. 4

Вариант конструкции СВЧ перехода

Вариант 1



Вариант 2

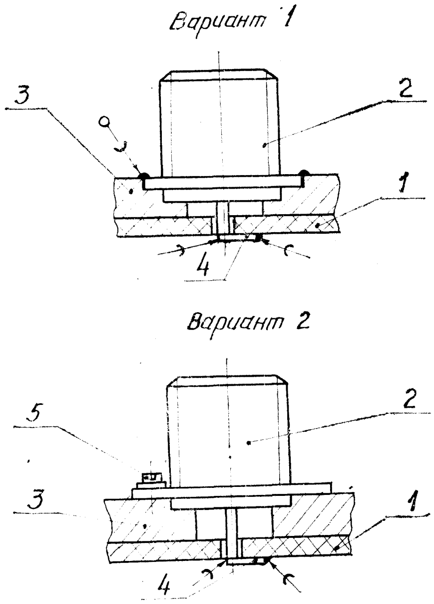


1. Размеры для справок.
2. Паять ПОС 40 ГОСТ 21931-76.
3. Паять ПОС 61 ГОСТ 21931-76.
4. Допускаемая величина натекания гермоперехода $1\cdot 10^{-4}$ л. мкм. рт ст/с
5. Остальные технические требования по ОСТ 4 ГО.070.015

1 - переход; 2 - гнездо; 3 - изолятор; 4 - корпус; 5 - изолятор

Черт. 5

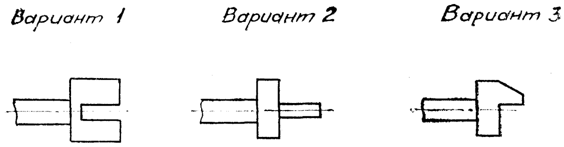
Варианты перпендикулярного **соединения** СВЧ перехода с **рисунком** полосковой платы



1 — плата полосковая; *2* — СВЧ переход; *3* — основание корпуса; *4* — перемычка плоская; *5* — элемент крепления

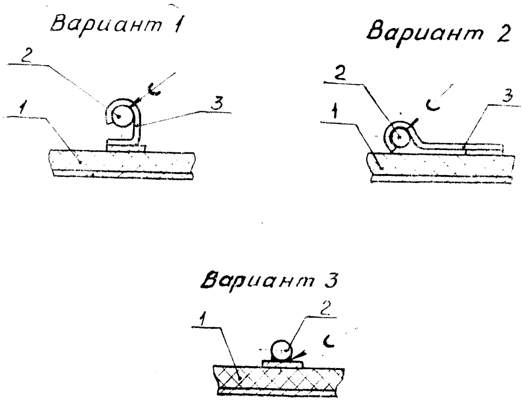
Черт. 6

Варианты конфигураций конца внутреннего проводника КП перехода, обеспечивающего соединение с полосковыми проводниками воздушно-полоскового модуля



Черт. 7

Варианты присоединений коаксиального проводника СВЧ **перехода и проводника** рисунка полосковой платы с помощью плоской перемычки



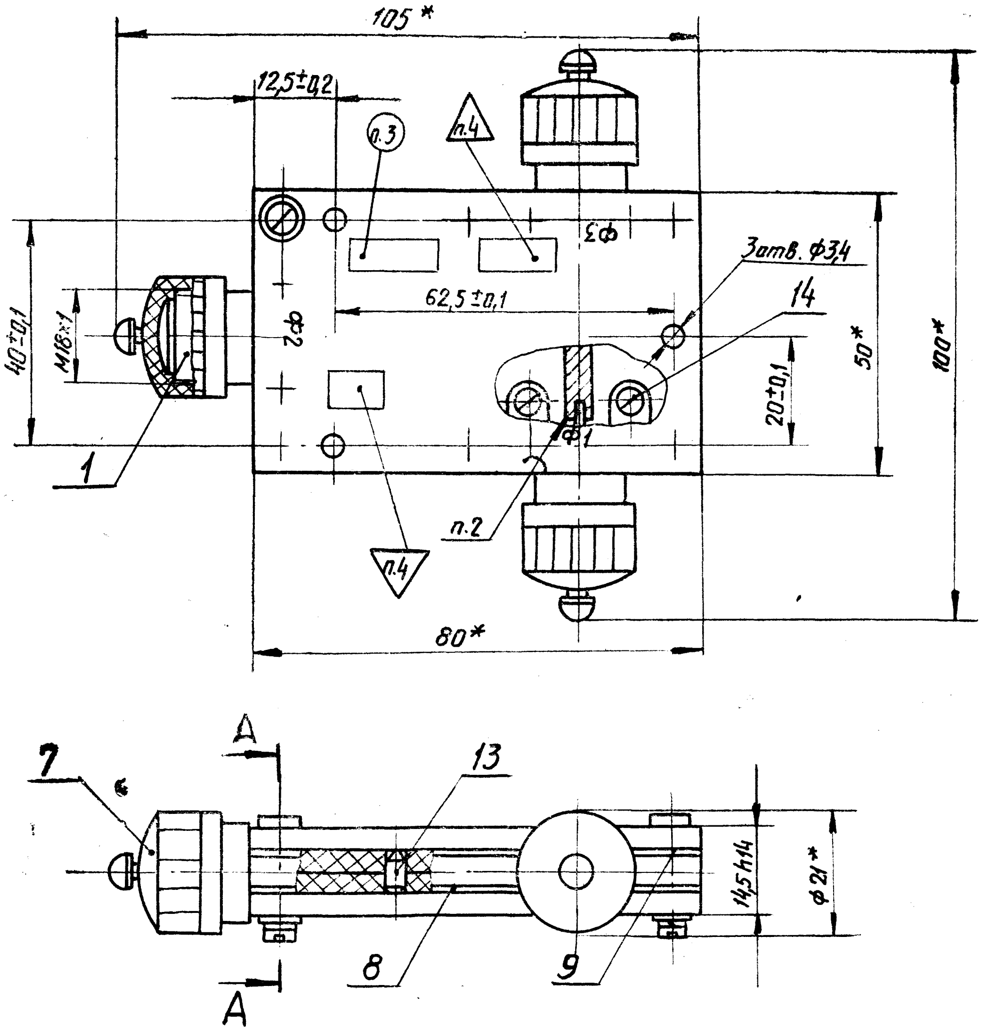
Варианты 1 и 2 для f $\leqslant$ 3 ГГц.
Вариант 3 для f $\geqslant$ **ГГц.**

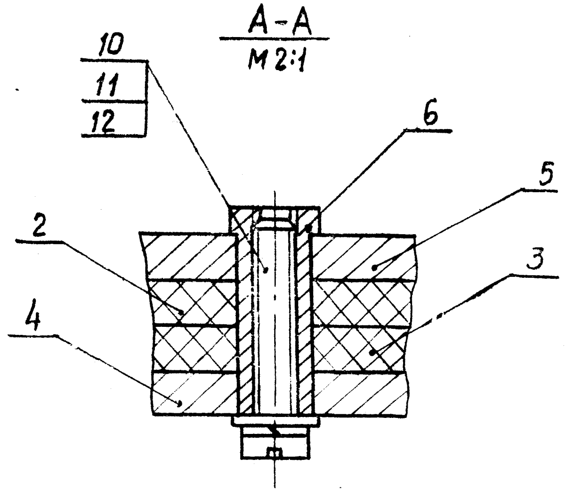
1 — плата полосковая; *2* — проводник внутренний коаксиальный СВЧ перехода; *3* — перемычка плоская.

Черт. 8

ПРИЛОЖЕНИЕ 7
Рекомендуемое

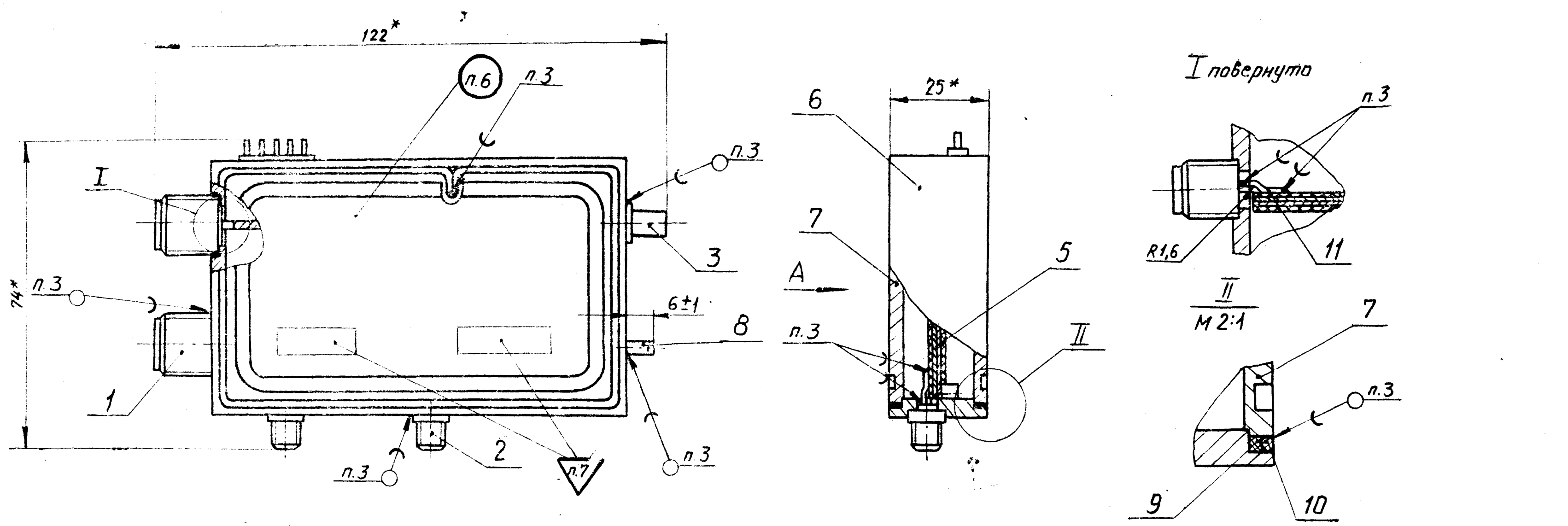
ПРИМЕРЫ ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ ПОЛОСКОВОГО МОДУЛЯ

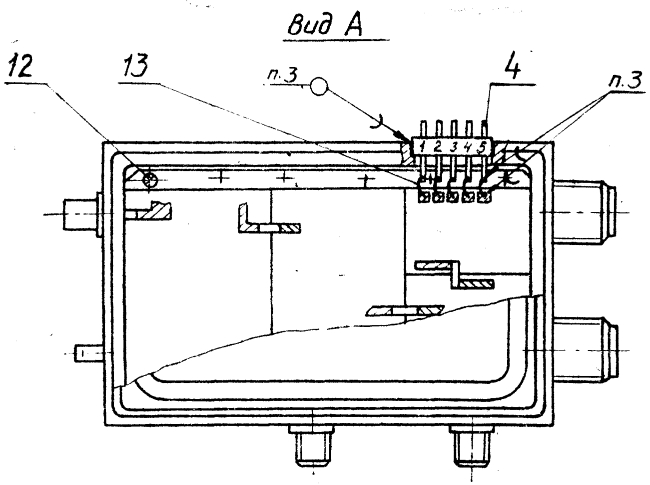




1. *Размеры для справок.
2. ПОС 61 ГОСТ 21931-76. Допускается наплыв припоя в местах припайки фольги поз. 8,9 к корпусу переходов поз. 1 не более 0,3 мм.
3. Маркировать краской МКЭ4 по ОСТ4 ГО.054.205. Надписи-шрифт 5, заводской номер маркировать шрифт 3 по НО.010.007.
4. Клеймить – клеймо ОТК и представителя заказчика.
5. Остальные технические требования по ОСТ4 ГО.070.015.

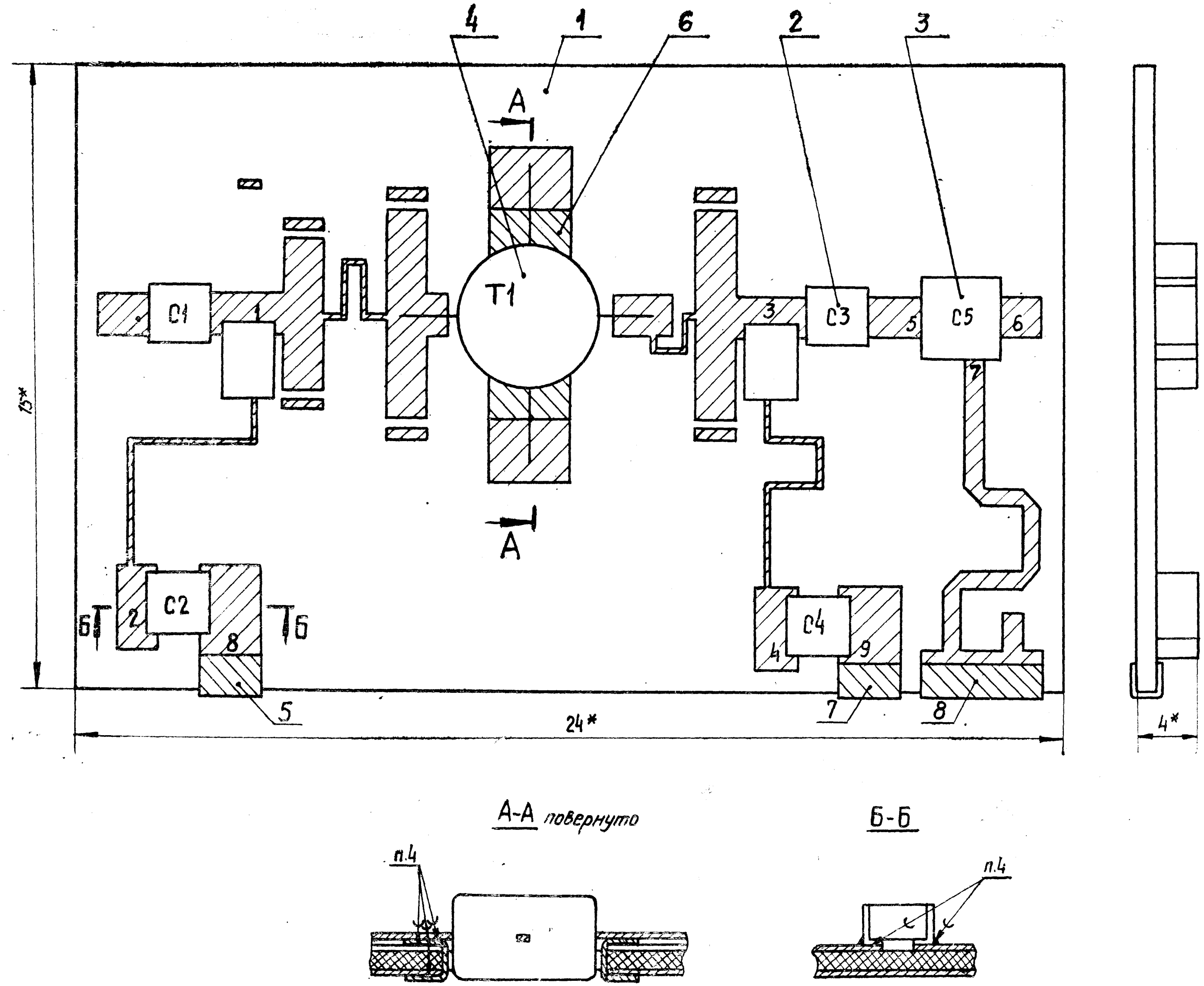
Черт. 1





1. *Размеры для справок.
2. Ширина фольги поз. 11 должна быть равной ширине соединяемого полоска. Несимметричность фольги по ширине относительно соединяемого полоска не более ±0,2 мм.
3. ПОС 61 ГОСТ 21931-76 – детали поз. 1, 2, 3, 4, 8;
   ПОСК 50-18 ГОСТ 21931-76 – детали поз. 11, 13;
   ПОИ-50 ОСТ4ГО.021.201 – детали поз. 7, 10.
4. После откачки воздуха и наполнения объема сухим аргоном, трубку поз. 8 обжать, укоротить до указанного размера и опаять. Обеспечить степень герметичности $5 \cdot 10^{-5}$ дм³·мкм. рт.ст/с.
5. Покрытие: Эмаль ЭП-140, серая ТУ6-10-599-74. III ож2, кроме поз. 1, 2, 3, 4.
6. Маркировать краской ТНПФ-53, черная ТУ29-02-359-70, шрифт 5 по НО.010.007.
7. Клеймить – клеймо ОТК и представителя заказчика.
8. Маркировка контактов детали поз. 4 показана условно.
9. Остальные технические требования по ОСТ4 ГО.070.015.

Черт. 2



1.* Размеры для справок.

2. Маркировка контактных площадок показана условно.

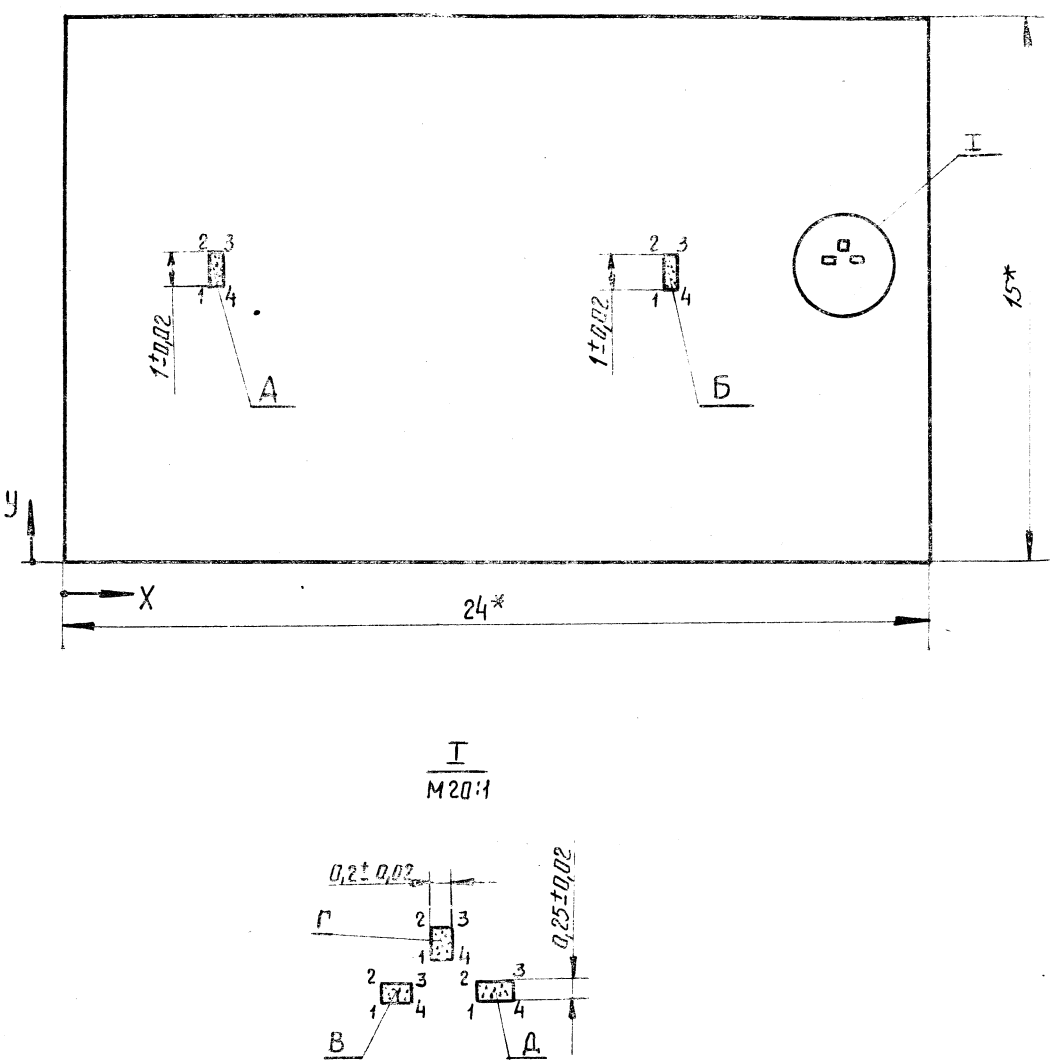
3. Места подпайки конденсаторов, контактные площадки, выступающие из-под изоляционного слоя, облудить ПОСК 50-18 ГОСТ 21931-76.

4. Элементы поз. 2—8 паять ПОСК 50-18 ГОСТ 21931-76.

5. Контактные площадки 7, 8, 9 соединить с обратной стороной платы с помощью перемычек поз. 5, 7, 8 (фольга М1 ГОСТ 5638-75).

Черт. 3

Слой 1

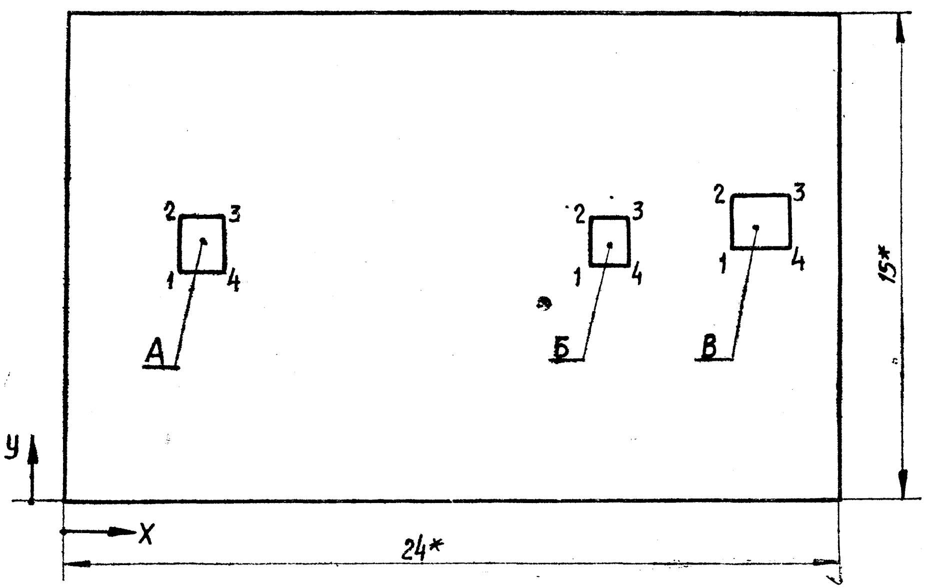


Обозначение элемента	Номер точки	Координаты X	Координаты Y
А	1		
	2		
	3		
	4		
Б	1		
	2		
	3		
	4		
В	1		
	2		
	3		
	4		
Г	1		
	2		
	3		
	4		
Д	1		
	2		
	3		
	4		

* Размеры для справок

Черт. 5

Слой 3



Обозначение элемента	Номер точки	Координаты X	Координаты У
А	1		
	2		
	3		
	4		
Б	1		
	2		
	3		
	4		
В	1		
	2		
	3		
	4		

* Размеры для справок

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Справочное

ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМИНОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СТАНДАРТЕ

Термины	Определение
Полосковый модуль Модуль*	Одно или многофункциональное радиотехническое схемно и конструктивно-законченное устройство на уровне полоскового узла, прибора или блока, имеющее унифицированные для данного изделия (или группы изделий) конструктивно и габаритно-присоединительные размеры, обеспечивающие взаимозаменяемость аналогичных устройств Модуль может содержать: дискретные, монолитные и пленочные СВЧ элементы; элементы постоянного тока.
Полосковая плата соединительная Плата соединительная*	Полосковая плата, предназначенная для электрического соединения полосковых плат и узлов
Полосковый прибор Прибор*	Устройство, выполненное на основе полосковых плат модулей, имеющее самостоятельное функциональное и эксплуатационное назначение
Ячейка полоскового модуля Ячейка*	Сборочная единица, схемно и конструктивно являющаяся составной частью полоскового модуля, подлежащая функциональной или иной контрольной проверке Примечание. К ячейкам, как правило, следует относить: полосковую плату (или платы), полосковую плату, установленную на основание (поддон); секцию модуля; плату с низкочастотными элементами и т. п.

* Краткая форма стандартизированного термина.

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Справочное

ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛЕНОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

1. Величины значений микротвердости элементов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование элемента	Обозначение элемента	Микротвердость, кг/мм^2, 293К(20°С)	Характеристика состояния
Алюминий	Al	25±0,5	—
Титан	Ti	142±16	Иодидный
Ванадий	V	248±6	—
Хром	Cr	250±5	—
Никель	Ni	189±5	Химический
Медь	Cu	76±2	Электролитический
Молибден	Mo	192±3	—
Серебро	Ag	96±2	—
Олово	Sn	9±0,02	Реактивно чистый
Золото	Au	96±2	Проба 583
Висмут	Bi	20±0,5	Реактивно чистый
Бор	B	3029±113	Монокристалл
Кремний	Si	1211±137	Монокристалл
Кобальт	Co	247±10	Электролитический
Цинк	Zn	51±5	—
Германий	Ge	721±141	—
Кадмий	Cd	29±1	Реактивно чистый
Индий	In	10±0,7	Электролитический
Вольфрам	W	348±27	Монокристалл
Платина	Pt	88±6	—
Свинец	Pb	5±0,2	Реактивно чистый
Магний	Mg	48±3	Литой
Сера	S	29±1	—
Марганец	Mn	384±12	Электролитический
Галлий	Ga	11±1	—
Ниобий	Nb	128±8	Иодидный

2. Характеристики пленочных резисторов приведены в табл. 2.

3. Характеристики диэлектриков конденсаторов и изоляционных слоев приведены в табл. 3.

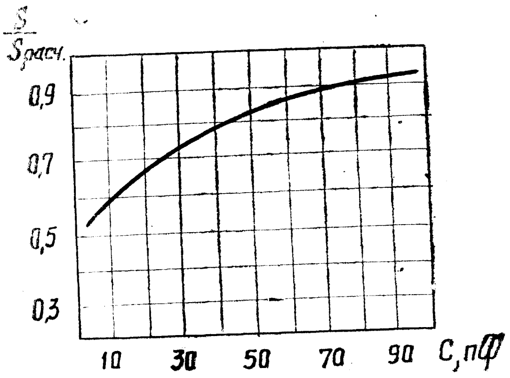
Таблица 2

Материал резистивной пленки	Сопротивление квадрата резистивной пленки, Ом/□	Диапазон номинальных значений сопротивлений, кОм	Максимально допустимая удельная мощность рассеивания, Вт/см²		Температурный коэффициент сопротивления при температуре от 213К (минус 60°С) до 398К (125°С), град $^{-1}\cdot 10^4$	Технология изготовления
			Ситалловая подложка	Керамическая подложка		
Тантал ТВЧ	От 25 до 100	От 0,0075 до 15,0000	3	20	Минус 2,0	Тонкопленочная
Сплав Х20Н80	» 25 » 300	» 0,0075 » 30,0000	2	15	±1,0	
Хром	» 50 » 500	» 0,0150 » 30,0000	1	8	0,6	
Сплав МЛТ-3М	» 50 » 500	» 0,0150 » 50,0000	2	15	±2,0	
Никель	» 1 » 10	» 0,0005 » 0,2000	1	8	—	
Сплав РС 3710	» 500 » 1000	» 0,1500 » 100,0000	2	15	От минус 1,5 до минус 2,5	
Сплав РС 5406К	» 50 » 200	» 0,0150 » 4,0000	2	15	От 0,5 до 1,0	
Паста 4004	От 40 до 55	От 0,0150 до 0,1500	3	20	±2,0	Толстопленочная
» 4005	» 80 » 110	» 0,0300 » 0,3000			±1,5	
» 4006	» 450 » 550	» 0,1500 » 1,5000			±1,5	
» 4007	» 900 » 1100	» 0,3000 » 3,0000			±1,0	
» 4008	» 2700 » 3300	» 0,9000 » 9,0000			±0,5	
» 4009	» 5400 » 6600	» 1,8000 » 18,0000			±1,5	
» 4010	» 18000 » 22000	» 6,0000 » 60,0000			±2,0	
» 4011	» 45000 » 55000	» 150,0000 » 1500,0000			±2,5	

Таблица 3

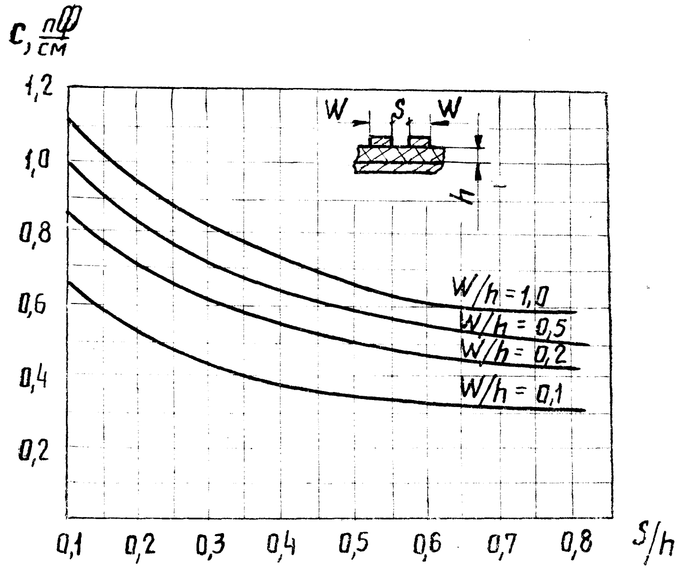
Материал диэлектрика	Диэлектрическая проницаемость на частоте 500 МГц	Тангенс угла диэлектрических потерь на частоте 500 МГц, 10^{-3}	Удельная емкость, пФ/см²	Рабочее напряжение, В	Электрическая прочность, Е·10⁶ В/см²	Температурный коэффициент емкости при температуре от 213К (минус 60°С) до 398К (125°С), град $^{-1}\cdot 10^4$	Напряжение пробоя изоляционного слоя, В	Технология изготовления
Моноокись германия	11,0	От 1 до 2	10000	15	От 2,0 до 3,0	—	—	Тонкопленочная
Боросиликатное стекло	4,0	2	От 2000 до 10000	От 10 до 24	» 3,0 » 4,0	0,3		
Пятиокись тантала	От 21,0 до 27,0	10	—	—	» 10,0 » 6,8	—		
Фоторезист ФН-11	2,5	—	2000	От 10 до 20	—	—		
Паста 0902	—	20	От 11000 до 14000	—	—	±10,0	—	Толстопленочная
» 1001		—	До 500	От 500		—	500	
» 1003		—	» 500	» 500		—	500	

4. График для определения площади перекрытия обкладок конденсатора приведен на черт. 1.



Черт. 1

5. График погонной емкости конденсатора планарной конфигурации приведен на черт. 2.



Черт. 2

6. Помехоустойчивость зависит от величин паразитных связей элементов полосковой платы, имеющих емкостной и индуктивный характер.

Величины емкостной и индуктивной составляющих паразитной связи зависят соответственно от величины паразитной емкости между полосковыми проводниками и паразитной взаимоиндукции между ними.

Величина паразитной связи через общее сопротивление проводников питания и заземления определяется индуктивностью этих проводников.

Величина паразитной емкости между полосковыми проводниками и их индуктивность не должны превышать допустимых величин.

Паразитную емкость С между полосковыми проводниками определяют по формуле

$$C = C_{пог} \cdot l_1, \qquad (1)$$

где $C_{пог}$ — погонная емкость проводника, пФ/см;

l_1 — длина взаимного перекрытия проводников, см.

Погонная емкость проводника определяется по формуле

$$C_{пог} = K_п \cdot \varepsilon_{эфф}, \qquad (2)$$

где $K_п$ — коэффициент пропорциональности (выбирается по черт. 3).

$\varepsilon_{эфф}$ — эффективная диэлектрическая проницаемость среды.

Эффективная диэлектрическая проницаемость среды ($\varepsilon_{эфф}$) для проводников, расположенных на поверхности основания платы, определяется по формуле

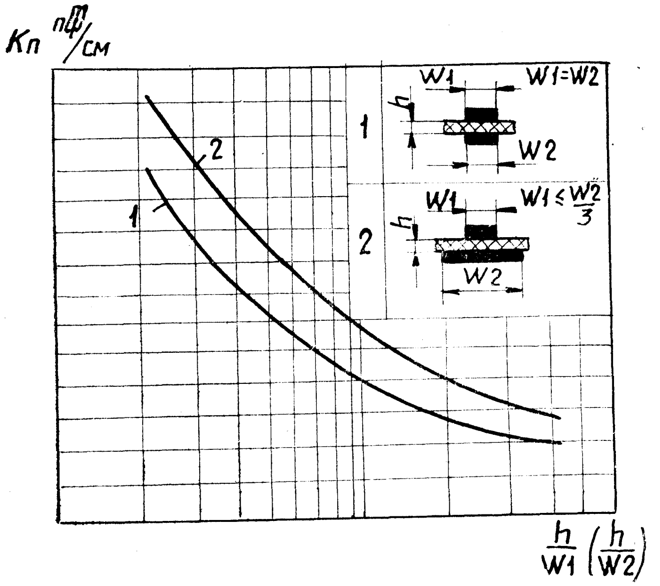
$$\varepsilon_{эфф} = 1 + K(\varepsilon - 1), \qquad (3)$$

где К — коэффициент, учитывающий долю электромагнитного поля, сосредоточенного в плате

К = 0,55 ... 0,85

ε — относительная диэлектрическая проницаемость материала платы.

Зависимость коэффициента пропорциональности $K_п$ от параметра полосковой платы $\frac{h}{W_1}\left(\frac{h}{W_2}\right)$



h — расстояние между полосковыми проводниками

Черт. 3

Величина погонной емкости между полосковыми проводниками, расположенными друг под другом на соседних слоях приведена в табл. 4.

Таблица 4

Ширина проводника, мм	Величина погонной емкости, пФ/см	
	Полосковые платы толщиной 1,5 мм	Полосковые платы толщиной 0,5 мм
0,3	0,60	0,78
0,4	0,66	1,05
0,5	0,72	1,20
0,6	0,75	1,35
0,8	0,90	1,62
1,0	0,96	1,86
1,5	1,20	2,28
2,0	1,60	2,76
5,0	2,60	—

Величина погонной емкости для соседних полосковых проводников, расположенных в одном слое, приведена в табл. 5.

Таблица 5

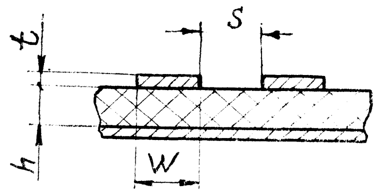
Ширина проводника, мм	Зазор между проводниками, мм	Величина погонной емкости, пФ/см при $\varepsilon = 3{,}5$
0,3	0,3	0,53
0,3	0,4	0,47
0,3	0,5	0,44
0,3	0,6	0,42
0,3	1,0	0,33
0,3	1,5	0,32
0,4	0,3	0,58
0,4	0,4	0,53
0,5	0,3	0,63
0,5	0,5	0,53
0,6	0,2	0,70
0,6	0,3	0,67
0,6	0,4	0,60
0,6	0,5	0,56
0,6	0,6	0,53
0,6	1,0	0,46
0,6	1,5	0,39

Паразитная взаимоиндукция между полосковыми проводниками на плате с экранирующей плоскостью характеризуется коэффициентом взаимоиндукции M (мГ), который определяют по формуле

$$M = 2l_2 \left[\frac{S + 0{,}5(W_1 + W_2)}{h} + \ln \frac{2l_2}{S + 0{,}5(W_1 + W_2)} \right], \quad (4)$$

где l_2 — длина полоскового проводника, см;
S — расстояние между полосковыми проводниками;
W_1, W_2 — ширина полоскового проводника;
h — толщина полоскового проводника;
t — расстояние между полосковыми проводником и экранирующей поверхностью.

Расположение проводников на полосковой плате



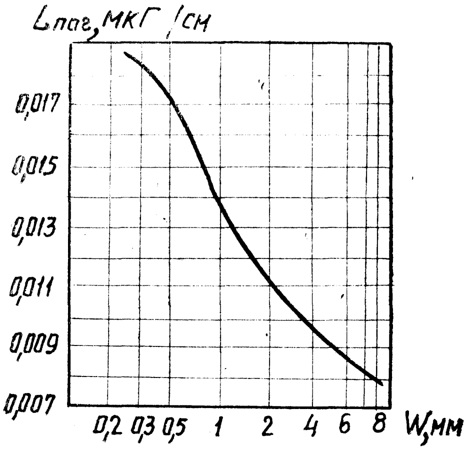
Черт. 4

Паразитную индуктивность полоскового проводника L определяют по формуле

$$L = L_{пог} \cdot L_2, \quad (5)$$

где $L_{пог}$ — погонная индуктивность полоскового проводника, мкГ/см.

Зависимость погонной индуктивности полоскового проводника от его ширины (толщина проводника 0,05 мм) приведена на черт. 5.



Черт. 5

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

Справочное

РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПЛЕНОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ РИСУНКА ПОЛОСКОВОЙ ПЛАТЫ

Наименование параметра	Формула для расчета	Пояснение величин, входящих в формулу	Примечание
Сопротивление пленочного резистора, Ом	$R=\rho_п \frac{l}{d}$ (1)	$\rho_п$ — удельное поверхностное сопротивление резистивной пленки l — длина резистивной пленки, мм b — ширина резистивной пленки, мм	Влиянием скинэффекта можно пренебречь при условии $d \gg \sqrt{\frac{t\omega}{\pi}}$
Площадь пленочного резистора, мм²	$S_R = \frac{P}{P_0}$ (2)	P — мощность рассеивания, Вт P_0 — максимальная удельная мощность рассеивания, Вт/см²	
Число квадратов	$n=\frac{R}{\rho_п}$ (3)		
Длина пленочного резистора	$l=\sqrt{S_R \cdot n}$ (4)		
Ширина пленочного резистора	$b=\sqrt{\frac{S_R}{n}}$ (5)		
Ширина резистивной пленки, больше которой сопротивление резистора становится зависимым от частоты	$b_1=\frac{\rho_п}{f\mu}$ (6)	f — частота, Гц μ — абсолютная магнитная проницаемость металла, проводящего слоя, Г/м;	
Площадь перекрытия обкладок, см²	$S_c=\frac{C_1 t}{0{,}0885\,\varepsilon\,(n_1-1)}$ (7)	C_1 — емкость пленочных многослойных структур, пФ; t — толщина диэлектрического слоя, см; ε — диэлектрическая постоянная; n_1 — число обкладок конденсатора;	
Емкость планарного гребенчатого конденсатора, пФ	$C=(\varepsilon+1)\,\varepsilon_0 \cdot B[2A_1(N-1)+A_2]$ (8)	ε_0 — относительная диэлектрическая проницаемость материала основания полосковой платы и среды, расположенной между электродами; B — длина секций, см; N — число секций $A_1=0{,}614\left(\frac{h}{S}\right)^{0{,}25}\cdot\left(\frac{W}{h}\right)^{0{.}439}$, $A_2=0{,}775\,\frac{W}{(2N-1)(W+S)}+0{,}408$ h — толщина полосковой платы, см; W — ширина секции; S — расстояние между полосковыми проводниками	

Продолжение

Наименование параметра	Формула для расчета	Пояснение величин, входящих в формулу	Примечание
Сопротивление полоскового проводника, образующего индуктивность, $\frac{\text{Ом}}{\text{ед. длины}}$	$R=\frac{\pi\cdot k}{W}\sqrt{f\cdot\rho}$ (9)	K=1 ... 2, постоянная, учитывающая вытеснение тока из углов полоскового проводника; f — частота, ГГц; ρ — удельное сопротивление материала полоскового проводника, $Ом\cdot см^2$;	Формула применима в предположении, что переменный ток распределяется в пределах скин слоя
Индуктивность пленочных спиральных катушек, нГн	$L=393\frac{r_{cp}^2\cdot N_1^2}{8\,r_{cp}+11\,d_{cp}}$ (10)	r_{cp} — средний радиус спирали, см; d_{cp} — средний диаметр спирали, см; $d_в$ — внутренний диаметр спирали, см	Величина индуктивности на высоких частотах из-за поверхностного эффекта уменьшается примерно на 6%
	$L=k\frac{(d_н+d_в)^2\cdot N_1^2}{15\,d_н-7\,d_в}$ (11)	K=5 — для индуктивного элемента в форме круглой спирали K=6 — для индуктивного элемента в форме квадратной спирали N_1 — число витков	
Наружный диаметр спирали	$d_н=d_в+(2n-1)\,S+2W$ (12)		
Добротность индуктивного элемента (круглая спираль)	$Q=2\cdot 10^3\frac{N_1\cdot t_1(d_н+d_в)\cdot\sqrt{f}}{15\,d_н-7\,d_в}$ (13)	t_1 — толщина витка, мм	
Добротность индуктивного элемента (квадратная спираль)	$Q=1{,}6\cdot 10^3\frac{N_1\cdot t_1(d_н+d_в)\sqrt{f}}{15\,d_н-7\,d_в}$ (14)		
Общая длина проводника, мм	$l=\pi\cdot N_1\left[d+\frac{S}{2}(2N_1-1{,}0)\right]$ (15)	Для индуктивного элемента в форме круглой спирали	
	$l=4\,N_1\left[d+\frac{S}{2}(2\,N_1-1{,}5)\right]$ (16)	Для индуктивного элемента в форме квадратной спирали	
Толщина скин слоя, см	$d=\frac{1}{\sqrt{\pi\cdot f\cdot\mu\cdot\sigma}}$ (17)	σ — проводимость, $Ом^{-1}\cdot см^{-1}$	
Волновое сопротивление симметричной полосковой линии, Ом	$z_0=30\,\pi\,K(k)K(k')$ (18) $k=\mathrm{sch}\left(\frac{\pi\,W}{2B_1}\right)$ (19) $k'=\mathrm{th}\left(\frac{\pi\,W}{2\,B_1}\right)$ (20)	K(k) и K(k′) — полные эллиптические интегралы первого рода B_1 — расстояние между экранирующими плоскостями;	Формула применима, если толщина полоскового проводника равна нулю
Волновое сопротивление неэкранированной несимметричной полосковой линии, Ом	$z_0=\frac{377\,h^1}{\sqrt{\varepsilon}\cdot W\left[1+1{,}735\cdot\varepsilon^{-0{,}0724}\times\left(\frac{W}{h_1}\right)^{-0.836}\right]}$ (21)	h_1 — толщина основания полосковой платы, мм	Формула применима, если толщина полоскового проводника равна нулю. Если проводящие элементы имеют конечную толщину, ее необходимо учитывать с точностью: 1%; если $\frac{W}{h_1}>0{,}4$ и $\varepsilon>1$; 3%, если $\frac{W}{h_1}<0{,}4$ и $\varepsilon>1$.

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

Справочное

ПЕРЕЧЕНЬ НАВЕСНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ПОЛОСКОВЫХ МОДУЛЯХ

Наименование навесного элемента	ГОСТ, ТУ	Наименование навесного элемента	ГОСТ, ТУ
Резисторы		Конденсаторы	
С2-10	ОЖО.467.072 ТУ	К10-9	ОЖО.460.068 ТУ
С2-12	ОЖО.467.055 ТУ	К10-17в	ОЖО.460.107 ТУ
С3-3	ОЖО.467.056 ТУ		ОЖО.460.151 ТУ
С6-1	ОЖО.467.078 ТУ	К-22	ОЖО.464.024 ТУ
С6-2	ОЖО.467.088 ТУ	К53-16	ОЖО.464.114 ТУ
		КД-1, КД-2	ОЖО.460.098 ТУ
СП3-19	ОЖО.468.112 ТУ		ГОСТ 7159—69
СП3-22	ОЖО.468.136 ТУ	КМ-3в	ОЖО.460.043 ТУ
СП5-2	ОЖО.468.506 ТУ	КМ-4б, в	ОЖО.460.043 ТУ
СП5-3	ОЖО.468.506 ТУ	КМ-5б, в	ОЖО.460.043 ТУ
ВС	ГОСТ 6562—75	КМ-6	ОЖО.460.061 ТУ
МТ	ОЖО.467.108 ТУ	КТ-1—КТ-3	ГОСТ 7159—69
МОН	ОЖО.467.038 ТУ	КТ-2	ОЖО.460.036 ТУ
МОУ	ОЖО.467.026 ТУ	КТ-1Е	ОЖО.460.030 ТУ
ТВО	ГОСТ 11324—76	КТ4-21	ОЖО.460.116 ТУ
	ОЖО.467.031 ТУ	КТ4-25	ОЖО.460.135 ТУ
	ОЖО.467.035 ТУ	КЛС	ОЖО.460.020 ТУ
УНУ	ОЖО.467.019 ТУ	КЛС-Е	ОЖО.460.031 ТУ
ОМЛТ	ОЖО.467.107 ТУ	КПК-МП	ОЖО.460.010 ТУ
		КТП	ГОСТ 11553—71
Диоды:		Транзисторы:	
Д603	дР3.360.004 ТУ	1Т311А	ЖК3.365.158 ТУ
АИ101	УЖ3.360.006 ТУ	1Т313А	ЖК3.365.161 ТУ
1И 104А — 1И 104Е	ТТ3.362.134 ТУ	1Т329А—1Т329В	ЩТ3.365.057 ТУ
2А104А, 2А104АР	ТР3.360.058 ТУ	1Т330А—1Т330Г	ЖК3.365.185 ТУ
1А106В, 1А106ВР	ТР3.360.074 ТУ	1Т341А—1Т341В	ЩТ3.365.065 ТУ
АА112А, АА112Б	ТТ3.360.066 ТУ	1Т362А	ЖК3.365.239 ТУ
3А112А	ТТО.336.023 ТУ	1Т374А	ЖК3.365.248 ТУ
2А201	ТР3.360.058 ТУ1		
2А202А	ТР3.360.075 ТУ1	1Т612А	Б13.365.000 ТУ1
АА204А—АА204В	аАО.336.040 ТУ	2Т202А	ЮФ3.365.034 ТУ
3И306	УЖ3.360.005 ТУ	2Т205А	ЩИ3.365.010 ТУ
1И401А, 1И401Б	ТТ3.360.043 ТУ	2Т301	ЩБ3.65.007 ТУ
3И402А	УЖ3.360.007 ТУ	2Т317А	Ге3.365.002 ТУ
2А503А	ТР3.360.059 ТУ	2Т326А	ЩТО.336.003 ТУ
2А507А	ТТ3.360.053 ТУ	2Т354А, 2Т354Б	СБО.336.038 ТУ

Продолжение

Наименование навесного элемента	ГОСТ, ТУ	Наименование навесного элемента	ГОСТ, ТУ
Диоды:		Транзисторы:	
2А509А	ТТЗ.360.055 ТУ	2Т355	СБЗ.365.101 ТУ
2А510А	ТТЗ.360.054 ТУ	2Т360А	ЩТЗ.365.059 ТУ
2А511А	ТРЗ.360.082 ТУ	2Т370А	ЩТЗ.365.067 ТУ
2А515А	ТТЗ.360.065 ТУ	2Т371А	СБЗ.365.108 ТУ
2А517А, 2А517Б	ТТО.336.028 ТУ	2Т382А, 2Т382Б	СБЗ.365.123 ТУ
КА517А, КА517Б	ТТЗ.360.075 ТУ	2Т607А	Я53.365.008 ТУ
2А518А, 2А518Б	ТРЗ.360.098 ТУ	2Т610А, 2Т610Б	Я53.365.009 ТУ
2А605А	ТТЗ.360.064 ТУ	2Т911А	И93.365.020 ТУ
		ГТ383А—ГТ383В	аА0.336.062 ТУ
		КТ391А-2	аА0.336.251 ТУ
		ГТ612А	Б13.365.000 ТУ
		Фильтр Б14	ОЖО.206.014 ТУ
		Стабилитрон	
		КС156А	СМЗ.362.812 ТУ

СОДЕРЖАНИЕ

Таблица 1

...ал слоя ГОСТ, ТУ	Электрические характеристики	Метод нанесения слоя	Толщина слоя, мкм	Номер чертежа
ГОСТ 5905-67	$\rho = 100\ \frac{Ом}{\square}$	Вакуумное напыление с последующей фотолитографией и электролитическое наращивание	—	5
ГОСТ 5905-67 Яе0.021.040ТУ ТУ48-21-209-72	$0{,}01 - 0{,}02\ \frac{Ом}{\square}$		$\geqslant 5$	6
ГОСТ 19601-74	$C_o = 1700\ \frac{пФ}{см^2}$	Вакуумное напыление	—	7
ГОСТ 5905-67 Яе0.021.040 ТУ ТУ 48-21-209-72	$0{,}01 - 0{,}02\ \frac{Ом}{\square}$	Вакуумное напыление с последующей фотолитографией и электролитическое наращивание	$\geqslant 5$	—

1.* Размер для справок.

2. Плата должна соответствовать ОСТ4 ГО.073.001.

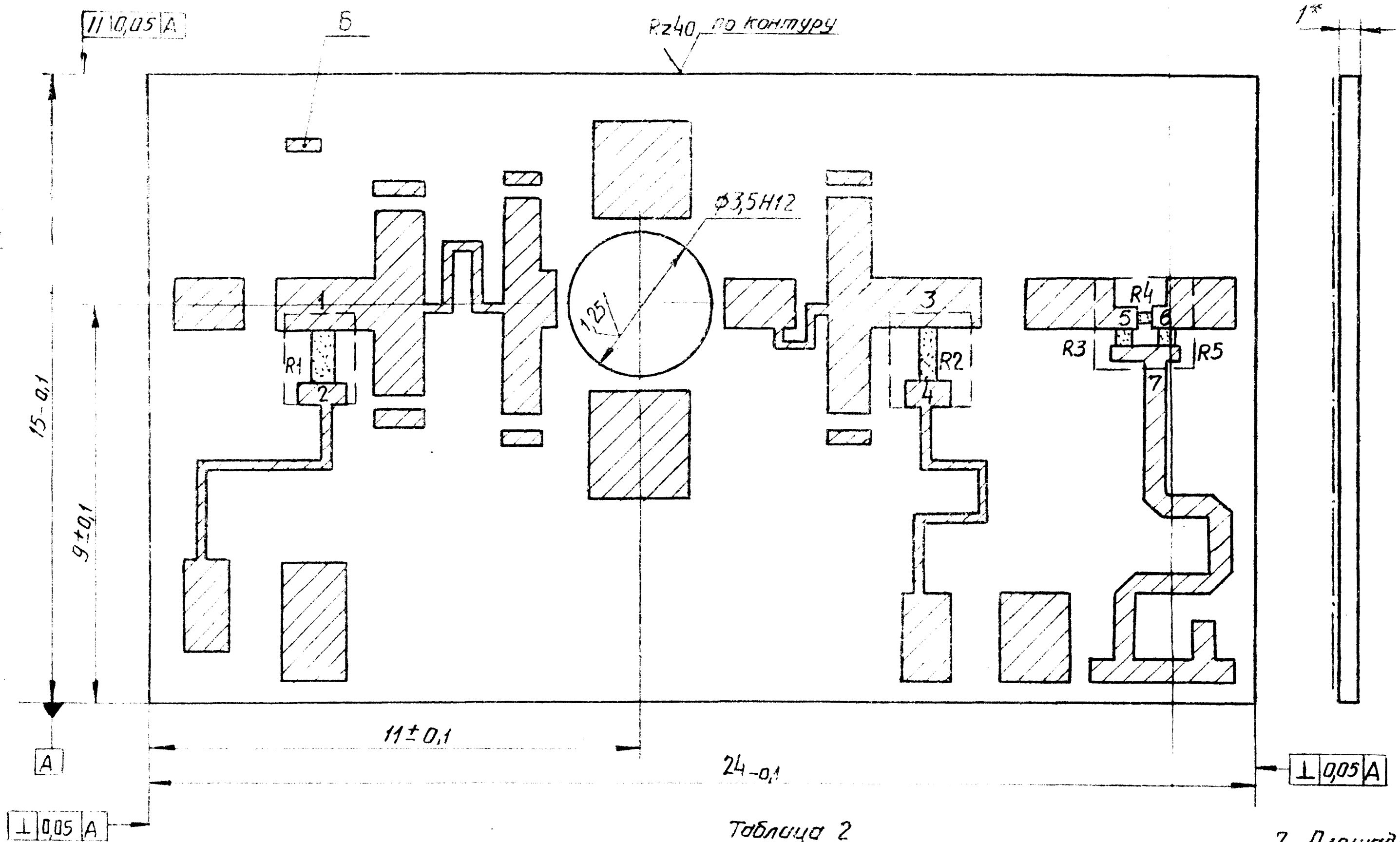
3. Характеристики отдельных слоев платы и данные по их изготовлению приведены в табл. 1.

4. Неуказанные предельные отклонения размеров ±0,05мм.

5. Расположение элементов на плате должно соответствовать координатам X и Y таблиц.

6. Электрические параметры пленочных слоев проверять в соответствии с данными табл. 2.

Измерения проводить приборами класса точности не ниже 0,5.



Номер слоя	Условное обозначение слоя	Наименование слоя	Материал
			Наименование
1		Резисторы	Хром
2		Проводники и контактные площадки	Хром Медь Никель
3	- - -	Защитный слой	Моноокись кремния
4	— —	Обратная сторона платы — сплошная металлизация	Хром Медь Никель

Таблица 2

Позиционное обозначение	Точки измерения	Расчетный номинал и допуск
R1	1-2	200 Ом ± 10%
R2	3-4	200 Ом ± 10%
R3	5-7	90 Ом ± 10%
R4	5-6	60 Ом ± 10%
R5	6-7	90 Ом ± 10%

7. Площадка Б – технологическая, поверхность не контролировать.

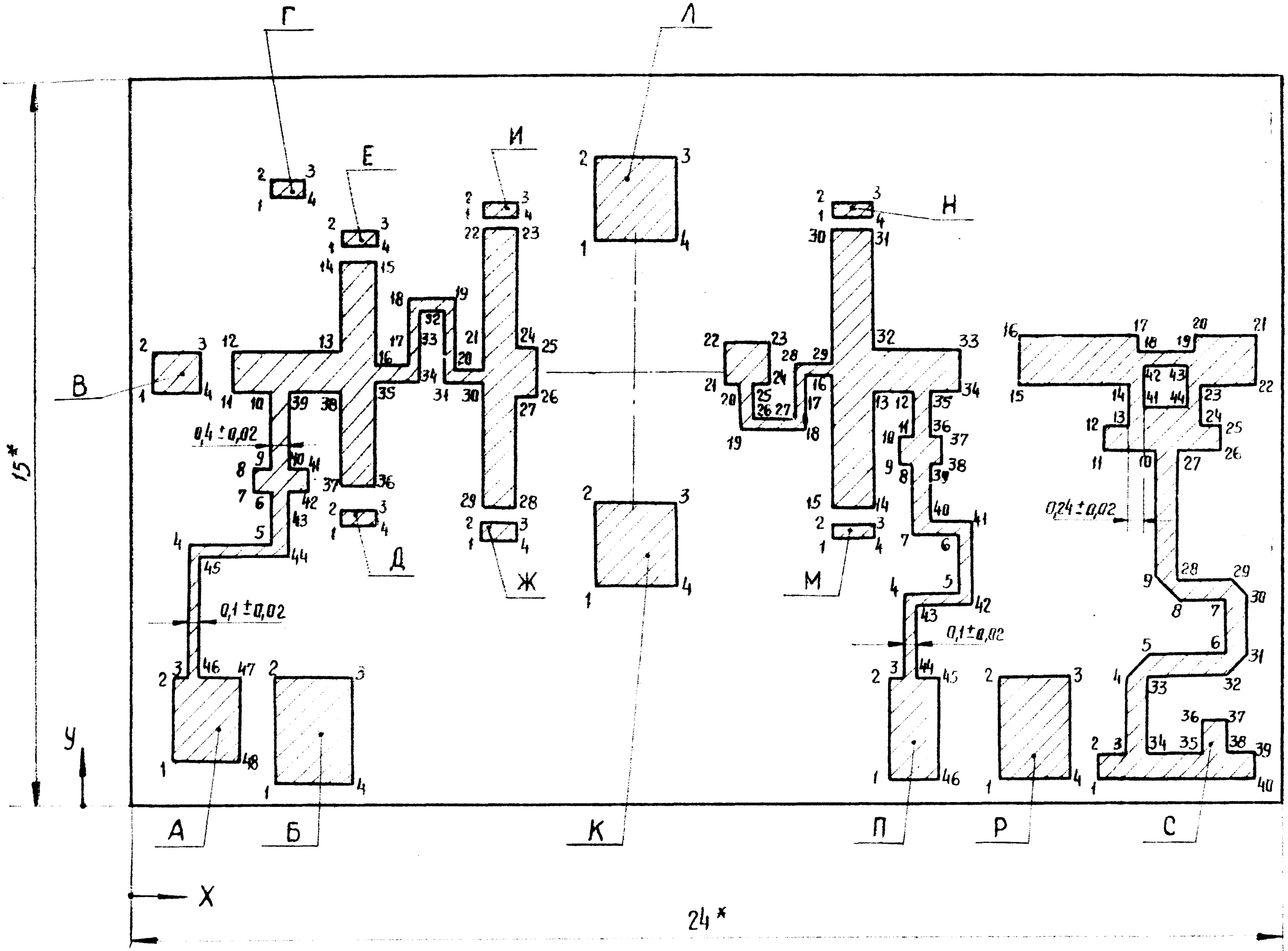
8. Позиционные обозначения элементов показаны условно.

9. Маркировать обозначение платы одновременно с изготовлением слоя 2 фотохимическим методом. Шрифт 2 по НО.010.007.

Материал: Подложка СТ32-1, Iгр. ТХ7.817.000 ТХ0.781.004ТУ.

Черт. 4

Слой 2



Черт. 6

Обозначение элемента	Номер точки	Координаты точки X	Y	Обозначение элемента	Номер точки	Координаты точки X	Y	Обозначение элемента	Номер точки	Координаты точки X	Y	Обозначение элемента	Номер точки	Координаты точки X	Y	Обозначение элемента	Номер точки	Координаты точки X	Y
А	1			А	41			Л	1			П	29			С	19		
	2				42				2				30				20		
	3				43				3				31				21		
	4				44				4				32				22		
	5				45			М	1				33				23		
	6				46				2				34				24		
	7				47				3				35				25		
	8				48				4				36				26		
	9			Б	1			Н	1				37				27		
	10				2				2				38				28		
	11				3				3				39				29		
	12				4				4				40				30		
	13			В	1			П	1				41				31		
	14				2				2				42				32		
	15				3				3				43				33		
	16				4				4				44				34		
	17			Г	1				5				45				35		
	18				2				6				46				36		
	19				3				7			Р	1				37		
	20				4				8				2				38		
	21			Д	1				9				3				39		
	22				2				10				4				40		
	23				3				11			С	1				41		
	24				4				12				2				42		
	25			Е	1				13				3				43		
	26				2				14				4				44		
	27				3				15				5						
	28				4				16				6						
	29			Ж	1				17				7						
	30				2				18				8						
	31				3				19				9						
	32				4				20				10						
	33			И	1				21				11						
	34				2				22				12						
	35				3				23				13						
	36				4				24				14						
	37			К	1				25				15						
	38				2				26				16						
	39				3				27				17						
	40				4				28				18						

* Размеры для справок.